



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 102 15 525 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
H 04 N 5/225
H 04 N 9/79

⑳ Aktenzeichen: 102 15 525.9
㉔ Anmeldetag: 9. 4. 2002
㉕ Offenlegungstag: 17. 10. 2002

DE 102 15 525 A 1

③① Unionspriorität:
01-110452 09. 04. 2001 JP
⑦① Anmelder:
Kabushiki Kaisha Toshiba, Tokio/Tokyo, JP
⑦④ Vertreter:
HOFFMANN · EITLE, 81925 München

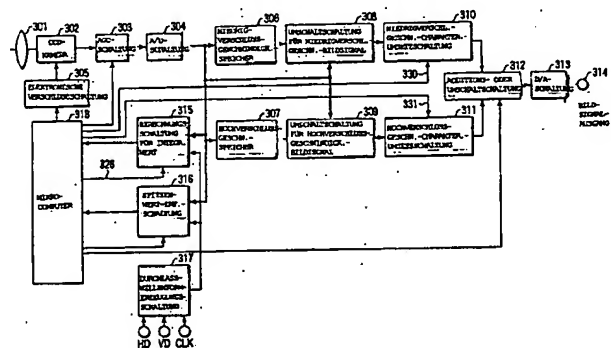
⑦② Erfinder:
Nakamura, Satoru, Yamato, Kanagawa, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Bildgebende Vorrichtung und Signalverarbeitungsverfahren für diese

⑤⑦ Bildgebende Vorrichtung, die einen ersten Bildsignalerzeugungsabschnitt (306, 308, 310) umfasst, der ein erstes Bildsignal erzeugt in einer ersten Belichtungszeit; einen zweiten Bildsignalerzeugungsabschnitt (307, 309, 311), der ein zweites Bildsignal erzeugt in einer zweiten Belichtungszeit; einen Bildkombinationsabschnitt (312), der die ersten und zweiten Bildsignale in ein zusammengesetztes Bildsignal kombiniert; eine Berechnungsschaltung (315) für einen integrierten Wert, die die durchschnittlichen Luminanzwerte der ersten und zweiten Bildsignale bestimmt; eine Spitzenwerterfassungsschaltung (316), die die Spitzenwerte der ersten und zweiten Bildsignale erfasst; einen Belichtungszeitsteuerschaltungs-Erzeugungsabschnitt (305, 318), ansprechend auf den integrierten Wert und den Spitzenwert, die die ersten und zweiten Belichtungszeiten steuern; und eine Verstärkungssteuerschaltung (303), die eine Amplitude jedes der ersten und zweiten Bildsignale steuert, um individuell angewendet zu werden auf den Bildkombinationsabschnitt.



DE 102 15 525 A 1

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1. GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft das Ausdehnen des Dynamikbereichs einer Fernsehkamera und insbesondere eine bildgebende Einrichtung mit breitem Dynamikbereich, die Szenen zulässt mit einem weiten Bereich einzufangender Luminanz und ein Bildsignalverarbeitungsverfahren zur Verwendung damit.

2. BESCHREIBUNG DES STANDES DER TECHNIK

[0002] Bei konventionellen Kameras, die Abbildungselemente wie z. B. ladungsgekoppelte Einrichtungen (CDD vom englischsprachigen Ausdruck "Charge Coupled Devices") verwenden, wird der Umfang des einfallenden Lichtes gesteuert innerhalb eines gewissen Bereiches aufgrund von Beschränkungen von deren Ladungsakkumulationskapazität und deren Ladungsakkumulationseigenschaften. Bei Außenaufnahmen kann daher der Dynamikbereich nicht erreicht werden, der die Luminanzvariation von einzufangenden Szenen zufriedenstellend ermöglicht, was zu einem Problem der Bildqualität führen wird.

[0003] Aus diesem Grund wurde vom Stand der Technik der Dynamikbereich ausgedehnt durch die Verwendung der elektronischen Verschlussfunktion des Abbildungselementes; d. h., durch Einfangen des Bildes einer Szene bei hoher und niedriger Verschlussgeschwindigkeit und Verarbeitung der resultierenden Bildsignale.

[0004] Eine elektronische Kamera, die angepasst ist zum Erhöhen des Dynamikbereiches des bildgebenden Elementes durch Kombinieren von Bilddaten, die unter Verwendung unterschiedlicher gesteuerter Parameter erhalten werden während zweier aufeinander folgender elektronischer Verschlussintervalle, ist beispielsweise in US-Patent Nr. 4,647,975 offenbart.

[0005] Jedoch sind bei der konventionellen elektronischen Kamera die niedrige und hohe Verschlussgeschwindigkeit und das Bilddatenkombinationsverhältnis fest. Das vorstehende Verfahren, bei dem bei unterschiedlichen Verschlussgeschwindigkeiten mehrmals eingefangene Bilder kombiniert werden, ist effektiv zur Erhöhung des Dynamikbereiches von Einrichtungen, die angepasst sind zum Einfangen von Standbildern aber nicht geeignet für Einrichtungen, die angepasst sind zum Einfangen der Abbildungen bewegter Objekte wie z. B. Überwachungskameras.

KURZZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0006] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist eine bildgebende Vorrichtung vorgesehen, umfassend: Einen ersten Bildsignalerzeugungsabschnitt, der ein erstes Bildsignal in Bildfeldeinheiten erzeugt durch Einfangen der Abbildung einer Szene in einer ersten Belichtungszeit; einen zweiten Bildsignalerzeugungsabschnitt, der ein zweites Bildsignal in Bildfeldeinheiten erzeugt durch Einfangen der Abbildung der Szene in einer zweiten, von der ersten Belichtungszeit unterschiedlichen Belichtungszeit; einen Bildkombinationsabschnitt, der die ersten und zweiten Bildsignale in ein zusammengesetztes Bildsignal kombiniert durch Addieren des ersten und zweiten Bildsignals oder Umschalten zwischen diesen auf Bildpunktbasis, eine Berechnungsschaltung für einen integrierten Wert, die die durchschnittlichen Luminanzwerte der ersten und zweiten Bildsignale bestimmt; eine Spitzenwerterfassungsschaltung, die die Spitzenwerte

der ersten und zweiten Bildsignale erfasst; einen Belichtungszeitsteuerschaltungs-Erzeugungsabschnitt, ansprechend auf Ausgangsgrößen der Berechnungsschaltung für einen integrierten Wert und der Spitzenwerterfassungsschaltung zum Generieren von Steuersignalen, die die ersten und zweiten Belichtungszeiten steuern; und eine Verstärkungssteuerschaltung, die die Amplitude jedes der ersten und zweiten Bildsignale steuert, um individuell angewendet zu werden auf den Bildkombinationsabschnitt.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0007] Es zeigt:

[0008] Fig. 1A und 1B Wellenformdiagramme von Bildsignalen zur Verwendung bei der Erläuterung der Betriebsprinzipien einer Kamera mit weitem Dynamikbereich;

[0009] Fig. 2 ein Blockdiagramm des Grundaufbaus der Kamera mit weitem Dynamikbereich;

[0010] Fig. 3 ein Blockdiagramm einer bildgebenden Einrichtung mit weitem Dynamikbereich der vorliegenden Erfindung;

[0011] Fig. 4 ein Diagramm zur Verwendung bei der Erläuterung des Betriebs der bildgebenden Einrichtung der vorliegenden Erfindung;

[0012] Fig. 5 die Abbildungseigenschaften des bildgebenden Elementes, das in der bildgebenden Einrichtung verwendet wird;

[0013] Fig. 6 Eigenschaften der kombinierten Ausgangsgröße der bildgebenden Einrichtung der vorliegenden Erfindung;

[0014] Fig. 7 ein Beispiel eines aufgeteilten Bildfeldes;

[0015] Fig. 8 die Schaltungsanordnung der Berechnungsschaltung für einen integrierten Wert der Fig. 3;

[0016] Fig. 9 die Schaltungsanordnung der Spitzenwerterfassungsschaltung der Fig. 3;

[0017] Fig. 10 die Schaltungsanordnung der Durchlasswellenformerzeugungsschaltung der Fig. 3;

[0018] Fig. 11 den internen Blockaufbau des Mikroprozessors der Fig. 3;

[0019] Fig. 12A bis 12D Diagramme zur Verwendung bei der Erläuterung eines Verarbeitungsverfahrens für das aufgeteilte Bildfeld;

[0020] Fig. 13 einen Steuerprozessübergang;

[0021] Fig. 14 ein Zustandstransferdiagramm in der Programmsteuerung;

[0022] Fig. 15 sanfte Bildfeldluminanzvariationen durch eine AC-Beleuchtungsquelle;

[0023] Fig. 16 die Schaltungsanordnung der Erzeugungsschaltung für elektronische Verschlussimpulse der Fig. 3;

[0024] Fig. 17 die Taktung der Erzeugung elektronischer Verschlussimpulse in Relation zu der vertikalen Synchronisationsperiode;

[0025] Fig. 18 die Taktung der Erzeugung elektronischer Verschlussimpulse in Relation zu der horizontalen Synchronisationsperiode;

[0026] Fig. 19 einen Zusammenhang eines elektronischen Verschlussimpulses zu Taktimpulsen in der vertikalen Austastperiode; und

[0027] Fig. 20 die Variabilität der Phase des elektronischen Verschlussimpulses in bezug auf Taktimpulse in der vertikalen Austastperiode.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0028] Zuerst wird das Betriebsprinzip einer Kamera mit einem weiten Dynamikbereich beschrieben werden unter Bezugnahme auf die Fig. 1A und 1B.

[0029] Fig. 1A zeigt ein Ausgangsbildsignal von dem

CCD. Wie ein Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbild im A1-Feld, ein Hoch-Verschlussgeschwindigkeitsfeld im B1-Feld, ein Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbild im A2-Feld und ein Hoch-Verschlussgeschwindigkeitsbild im B2-Feld werden mit niedriger und hoher Verschlussgeschwindigkeit eingefangene Bildsignale abwechselnd von dem CCD ausgegeben.

[0030] Fig. 1B zeigt die Wellenform eines Kamerabildsignals mit einem weiten Dynamikbereich. Das Bildsignal von der Kamera besteht aus einem zusammengesetzten Bildsignal mit kombinierten Bildsignalen niedriger Verschlussgeschwindigkeit in den A-Feldern (A1, A2, ... in Fig. 1A) und Bildsignalen hoher Verschlussgeschwindigkeit in den B-Feldern (B1, B2, ... in Fig. 1A).

[0031] Von den Bildsignalen niedriger Verschlussgeschwindigkeit wird eines erhalten bei einer Belichtungszeit von beispielsweise 1/60 s, wohingegen von den Bildsignalen mit hoher Verschlussgeschwindigkeit eines erhalten wird bei einer Belichtungszeit von beispielsweise 1/2000 s. Die Belichtungszeit wird eingestellt durch Steuern der Ladungsakkumulationszeit unter Verwendung eines elektronischen Verschlusses, der unmittelbar Verschlussimpulse für die CCD bereitstellt.

[0032] Die Kamera mit weitem Dynamikbereich fängt die Bilder mit Niedrigluminanzabschnitten einer Szene mit einer niedrigen Verschlussgeschwindigkeit ein (Abschnitte hoher Luminanz sind gesättigt) und die Bilder von Abschnitten mit hoher Luminanz mit einer hohen Verschlussgeschwindigkeit (Abschnitte niedriger Luminanz sind zu dunkel, um eingefangen zu werden). Die beiden resultierenden Bilder werden dann kombiniert, hierdurch ein Bild ermöglichend, in dem die Niedrig- und Hoch-Luminanzabschnitte der Szene in einem zu produzierenden Bildfeld enthalten sind.

[0033] Beispielsweise werden, wie in Fig. 1B gezeigt, das Bildsignal niedriger Verschlussgeschwindigkeit in dem A1-Feld und das Bildsignal hoher Verschlussgeschwindigkeit in dem B0-Feld (nicht dargestellt) kombiniert und dann werden das Bildsignal niedriger Verschlussgeschwindigkeit in dem A1-Feld und das Bildsignal hoher Verschlussgeschwindigkeit in dem B1-Feld kombiniert. Die ähnliche Operation wird wiederholt.

[0034] Im Falle von Standbildern sind das Verhältnis zwischen niedriger und hoher Verschlussgeschwindigkeit und das Verhältnis, mit dem das Bildsignal niedriger Verschlussgeschwindigkeit und das Bildsignal hoher Verschlussgeschwindigkeit kombiniert werden, fest. Die Rate, um die der Dynamikbereich erweitert wird, wird bestimmt von dem Verhältnis der Verschlussgeschwindigkeiten. Wenn beispielsweise die niedrige Verschlussgeschwindigkeit fest ist bei 1/60 s und die hohe Verschlussgeschwindigkeit fest ist bei 1/2000 s, wird der weite Dynamikbereich der Kamera erweitert worden sein um etwa 32. Selbst mit einer Kamera, die ein eingebautes Auto-Iris-Objektiv hat, angepasst zum automatischen Steuern des Betrags des einfallenden Lichts, kann ihr Dynamikbereich nicht erhöht werden.

[0035] In Fig. 2 ist in einer Blockdiagrammform der Grundaufbau der Kamera mit weitem Dynamikbereich dargestellt. Ein von einem bildgebenden Halbleiterelement 1 erhaltenes Bildsignal wird von einem Analog-zu-Digital-Umsetzer (A/D-Umsetzer) 2 umgesetzt in Digitalform und die resultierenden Digitalsignale werden alternierend in Rahmenspeicher 3A und 3B geschrieben. Aus den Rahmenspeichern 3A und 3B gelesene Signale werden in eine Kombinationsschaltung 4 eingespeist und dann von einer Verarbeitungsschaltung 5 ausgegeben.

[0036] Ein Steuerabschnitt besteht aus einer zentralen Verarbeitungseinheit (CPU) 6 und einem Belichtungssteuer-

abschnitt 7. Die CPU 6 führt Operationen an photometrischen Daten von einem Digitalverarbeitungsabschnitt 10 durch, der durch unterbrochene Linien eingeschlossen ist. Die Ergebnisse der Operationen werden in den Digitalverarbeitungsabschnitt 10 eingespeist und der Belichtungssteuerabschnitt 7 steuert den Digitalverarbeitungsabschnitt und das bildgebende Halbleiterelement 1.

[0037] Wie zuvor beschrieben, sind bei Kameras mit weitem Dynamikbereich, die angepasst sind zum Einfangen von Standbildern, das Verhältnis von niedriger und hoher Verschlussgeschwindigkeit und das Verhältnis, mit dem Niedrig-Verschlussgeschwindigkeits- und Hoch-Verschlussgeschwindigkeits-Bildsignale kombiniert werden, fest. Die Abbildung einer Szene wird mehrmals bei unterschiedlichen Verschlussgeschwindigkeiten eingefangen und die resultierenden Bilder werden kombiniert. Diese Technik verfehlt daher das Implementieren einer Kamera mit weitem Dynamikbereich, die, wie eine Überwachungskamera, angepasst ist zum Einfangen der Bilder einer Szene, in der dunkle und helle Bereiche gemischt sind und die ein bewegtes Objekt enthält.

[0038] Nachstehend wird der Aufbau und der Betrieb einer Kamera mit weitem Dynamikbereich gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung beschrieben. Beim Einfangen des Bildes einer Szene, in der dunkle und helle Bereiche gemischt sind und die ein bewegtes Objekt enthält, ermöglicht die Kamera der Belichtungszeit (Verschlussgeschwindigkeit), automatisch bestimmt zu werden entsprechend der Helligkeit der Szene.

[0039] Das heißt, die Ausgestaltung ist derart aufgebaut, dass eine Belichtungszeit automatisch optimiert wird für jeden Dunkel- und Hellbereich (d. h. eine niedrige Verschlussgeschwindigkeit wird eingestellt für den Dunkelbereich und eine hohe Verschlussgeschwindigkeit wird eingestellt für den Hellbereich) und bei niedriger und hoher Verschlussgeschwindigkeit erhaltene Bildsignale werden zusammenaddiert und dann einer nichtlinearen Operation unterzogen, hierdurch die Abbildung einer Szene ermöglichend (bewegte Szene), in der Dunkel- und Hellbereiche gemischt sind und die ein Bewegtobjekt enthält, die nacheinander einzufangen sind.

[0040] Mit anderen Worten, der Dynamikbereich der Kamera wird mit hoher Geschwindigkeit entsprechend der Variation der Helligkeit in einer Bewegtscene geändert, um ein optimales Bild zu erhalten, hierdurch eine Schaltungsanordnung bereitstellend und ein Signalverarbeitungsverfahren zur Verwendung in einer Fahrzeugbordkamera zum Erkennen von Bildern mit sehr großen Helligkeitsvariationen und einer bildgebenden Einrichtung mit weitem Dynamikbereich zur Verwendung in einer Überwachungskamera für simultanes Einfangen von Innen- und Außenszenen.

[0041] Insbesondere wird der vorstehende Betrieb implementiert durch Berechnen der optimalen Belichtungszeiten von einem Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbildsignal und einem Hoch-Verschlussgeschwindigkeitsbildsignal und unabhängigem Steuern sowohl der niedrigen als auch der hohen Verschlussgeschwindigkeit. Als nächstes wird die Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung beschrieben im Zusammenhang mit den Zeichnungen. Zuerst wird unter Verwendung der Fig. 3 bis 7 der Aufbau und der Betrieb einer bildgebenden Einrichtung mit weitem Dynamikbereich der vorliegenden Erfindung beschrieben werden.

[0042] Fig. 3 zeigt ein Blockdiagramm einer bildgebenden Einrichtung mit weitem Dynamikbereich. Die von einer Abbildungslinse 301 eingefangene optische Abbildung einer Szene wird auf das bildgebende Element einer CCD-Kamera 302 fokussiert und ein korrespondierendes elektrisches Bildsignal wird dann von der Kamera ausgegeben. Das bild-

gebende Element der CCD-Kamera 302 wird gesteuert von einer elektronischen Verschlusschaltung 305 zum Betreiben bei zwei unterschiedlichen Verschlussgeschwindigkeiten: Einer niedrigen Verschlussgeschwindigkeit und einer hohen Verschlussgeschwindigkeit.

[0043] Das Ausgangsbildsignal der CCD-Kamera 302 wird einer automatischen Verstärkungssteuerschaltung 303 (AGC-Schaltung vom englischsprachigen Ausdruck Automatic Gain Control) eingegeben, deren Verstärkung gesteuert wird durch ein Steuersignal von einem Mikrocomputer 318. Die Verstärkungssteuerung wird für jedes Feld unabhängig ausgeführt. Das heißt, jedes eines Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbildsignals und eines Hoch-Verschlussgeschwindigkeitsbildsignals wird unabhängig gesteuert.

[0044] Das Bildsignal von der AGC-Schaltung 303 wird in eine A/D-Schaltung 304 eingegeben, wo es umgesetzt wird in ein Digitalbildsignal. Hoch- und Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitssignale werden abwechselnd von der elektronischen Verschlusschaltung 305 zugeführt zu der CCD-Kamera 302, so dass ein Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbildsignal und ein Hoch-Verschlussgeschwindigkeitsbildsignal abwechselnd ausgegeben werden mit jedem Feld.

[0045] Die Niedrig- und Hoch-Verschlussgeschwindigkeitsbildsignale werden jeweils in Speicher 306 bzw. 307 eingegeben, von denen jeder jeweils einem der beiden aufeinanderfolgenden vertikalen Intervalle entspricht, so dass sie getrennt sind.

[0046] Die Eingangs- und Ausgangssignale des Speichers 306 werden in eine Umschalterschaltung 308 eingespeist, die die in jedem anderen Feld erhaltenen Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbildsignale ausgibt als Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbildsignal in folgenden Feldern. Andererseits werden die Eingangs- und Ausgangssignale des Speichers 307 in eine Umschalterschaltung 309 eingegeben, die die in jedem anderen Feld erhaltenen Hoch-Verschlussgeschwindigkeitsbildsignale ausgibt als ein Hoch-Verschlussgeschwindigkeitsbildsignal in nachfolgenden Feldern.

[0047] Das heißt, die Umschalterschaltung 308 gibt die Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbildsignale nacheinander aus und die Umschalterschaltung 309 gibt die Hoch-Verschlussgeschwindigkeitsbildsignale nacheinander aus. Diese Niedrig- und Hoch-Verschlussgeschwindigkeits-Bildsignale werden jeweils Charakteristikumsetzschaltungen 310 und 311 zugeführt. In den Umsetzschaltungen wird eine nichtlineare Konversion, die auf dem Gebiet des photographischen Films Gamma-Korrektur genannt wird, ausgeführt.

[0048] Die Ausgangssignale der Umsetzschaltungen 310 und 311 werden einer Additions- oder Umschalterschaltung 312 zugeführt, die angepasst ist zum Addieren der Niedrig- und Hoch-Verschlussgeschwindigkeits-Bildsignale oder zum Umschalten zwischen ihnen für jeden Bildpunkt, um einen weiten Luminanzbereich von Bildsignalen leichter betrachtbar zu machen. Diese Signalverarbeitung wird gesteuert durch ein Steuersignal von dem Mikrocomputer 318 zum Umwandeln der Charakteristika der Bildsignale gemäß den Verschlussgeschwindigkeiten.

[0049] Das Ausgangssignal der Additions- oder Umschalterschaltung 312 wird umgesetzt von einer Digital-zu-Analog-Umsetzschaltung 313 (D/A-Umsetzschaltung) in ein Analogsignal, das wiederum über einen Ausgangsanschluss 314 nach außen ausgegeben wird.

[0050] Die AGC-Schaltung 303, die A/D-Umsetzschaltung 304, die Speicherschaltungen 306 und 307, die Umschalterschaltungen 308 und 309, die Charakteristikumsetzschaltungen 310 und 311, die Additions- oder Umschalt-

schaltung 312 und die D/A-Umsetzschaltung 313 bilden einen Bildsignalverarbeitungsabschnitt. Eine Berechnungsschaltung 315 für einen integrierten Wert, eine Spitzenwertfassungsschaltung 316, der Mikrocomputer 318 und die elektronische Verschlusschaltung 305 bilden einen Abschnitt, der angepasst ist zum Erweitern des Dynamikbereichs der Kamera.

[0051] Fig. 4 ist ein Diagramm zur Verwendung bei der Erläuterung des Betriebs der Kamera mit weitem Dynamikbereich. In dieser Figur kennzeichnet 4A ein vertikales Synchronisationssignal, mit dem die Kamera zum Betrieb synchronisiert ist. In den Bildsignalausgabeintervallen der CCD-Kamera 302 kennzeichnet 4A01 ein Niedrig-Verschlussgeschwindigkeits-Intervall, 4A02 kennzeichnet ein Hoch-Verschlussgeschwindigkeits-Intervall, 4A03 kennzeichnet ein Niedrig-Verschlussgeschwindigkeits-Intervall, 4A04 kennzeichnet ein Hoch-Verschlussgeschwindigkeits-Intervall und 4A05 kennzeichnet ein Niedrig-Verschlussgeschwindigkeits-Intervall.

[0052] Beim Elektronikverschlussbetrieb der bildgebenden CCD-Vorrichtung wird bedingt durch eine Verzögerung von einer Vertikalperiode (Feldperiode) zwischen der Akkumulationszeit und der Lesezeit eine Hoch-Verschlussgeschwindigkeits-Operation ausgeführt während des Intervalls 4B01 und eine Niedrig-Verschlussgeschwindigkeits-Operation wird ausgeführt während des Intervalls 4B02, wie bei 4B gezeigt. Die Hoch- und Niedrig-Verschlussgeschwindigkeits-Operationen werden auch alternierend in den folgenden Intervallen 4B03, 4B04, 4B05 etc. ausgeführt.

[0053] Die AGC-Schaltung 303 arbeitet unabhängig für jede der Hoch- und Niedrig-Verschlussgeschwindigkeits-Operationen. Eine AGC-Operation entsprechend der Niedrig-Verschlussgeschwindigkeits-Operation wird ausgeführt während des Intervalls 4C01 und eine AGC-Operation entsprechend der Hochverschlussgeschwindigkeits-Operation wird ausgeführt während des Intervalls 4C02. Diese AGC-Operationen werden auch abwechselnd ausgeführt in den folgenden Intervallen 4C03, 4C04, 4C05, etc.

[0054] Die Ausgangsbildsignale der CCD-Kamera 302 sind bei 4D gezeigt. Die Ausgangsgröße 4D01 ist ein Ausgangsbildsignal, das bei der niedrigen Verschlussgeschwindigkeit erhalten wird und die Ausgangsgröße 4D02 ist ein Ausgangsbildsignal bei der hohen Verschlussgeschwindigkeit. Ein Ausgangsbildsignal bei der niedrigen Verschlussgeschwindigkeit und ein Ausgangsbildsignal bei der hohen Verschlussgeschwindigkeit werden abwechselnd ausgegeben, wie bei 4D03, 4D04, 4D05, etc. gezeigt.

[0055] Der verbleibende Abschnitt von Fig. 4 ist bereitgestellt, um das Verständnis des Betriebs zu unterstützen. Bei 4E, wie bei 4D sind die Ausgangssignale des in Fig. 3 gezeigten A/D-Umsetzers 304, wobei 4E01 ein Niedrig-Verschlussgeschwindigkeits-Ausgangsbildsignal LS1 zeigt, 4E02 ein Hoch-Verschlussgeschwindigkeits-Ausgangsbildsignal HS1 zeigt, 4E03 ein Niedrig-Verschlussgeschwindigkeits-Ausgangsbildsignal LS2 zeigt, 4E04 ein Hoch-Verschlussgeschwindigkeits-Ausgangsbildsignal HS2 zeigt und so weiter.

[0056] Die Ausgangsbildsignale LS1, HS1, LS2, HS2 etc. werden selektiv eingegeben in die Speicherschaltungen 306 und 307 in Fig. 3, deren Ausgangsgrößen in die Umschalterschaltungen 308 bzw. 309 eingegeben werden. Wie bei 4F gezeigt, stellt diese Operation nacheinander Bildsignale von LS1, LS1M, LS2, LS2M und so weiter bei niedriger Verschlussgeschwindigkeit bereit. Wie bei 4G gezeigt, stellen die Bildsignale HS0M, HS1, HS1M, HS2, HS2M, etc., nacheinander Bildsignale bei hoher Verschlussgeschwindigkeit bereit. Hier sind die Signale mit M Ausgangsbildsignale der Speicherschaltungen 306 und 307, während die Signale

ohne M Ausgangsbildsignale sind, die direkt von dem A/D-Umsetzer 304 übertragen werden.

[0057] Die aufeinanderfolgenden Bildsignale bei niedriger und hoher Verschlussgeschwindigkeit werden den Umsetzschaltungen 310 bzw. 311 zugeführt. Wie bei 4H gezeigt, gibt die Umsetzschaltung 310 Bildsignale LS1C, LS1MC, LS2C, LS2MC, LS3C umgewandelter Charakteristik etc. aus. Wie bei 4I gezeigt, gibt die Umsetzschaltung 311 Bildsignale umgewandelter Charakteristik HS0MC, HS1C, HS1MC, HS2C, HS2MC, etc. aus. Hier stellt "C" dar, dass die Charakteristik des entsprechenden Bildsignals umgewandelt worden ist.

[0058] Als nächstes, wie bei 4J gezeigt, werden die entsprechenden Bildsignale umgewandelter Charakteristik bei niedriger und hoher Verschlussgeschwindigkeit zusammenaddiert in der Additionsschaltung oder Umschalterschaltung 312. Jedes der Bildsignale 4K01, 4K02, 4K03, 4K04, 4K05 etc., die bei 4K gezeigt sind, stellt die Summe eines Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbild-Ausgangssignals und eines Hoch-Verschlussgeschwindigkeitsbild-Ausgangssignals dar. Abhängig vom dem Betriebsmodus der Kamera kann die Additionsschaltung 312 verwendet werden als eine Umschalterschaltung, die umschaltet zwischen Niedrig- und Hoch-Verschlussgeschwindigkeits-Ausgangsbildsignalen auf einer Bildpunkt-für-Bildpunkt-Basis.

[0059] Fig. 5 zeigt die Abbildungseigenschaften des bildgebenden CCD-Elementes mit einem eingebauten elektronischen Verschluss. Die bei 4D und 4K gezeigten Bildausgangssignale in Fig. 4 werden ausgegeben basierend auf den Abbildungscharakteristika. Im Betrieb variiert bei jeder der niedrigen und hohen Verschlussgeschwindigkeit die Größe des Bildausgangssignals entsprechend dem Betrag einfallenden Lichts, wie in Fig. 5 gezeigt.

[0060] In Fig. 5 stellt 501 die Ausgangscharakteristik bei niedriger Verschlussgeschwindigkeit dar, 502 stellt die Ausgangscharakteristik bei hoher Verschlussgeschwindigkeit dar, 503 stellt den Ausgangssättigungspunkt bei niedriger Verschlussgeschwindigkeit dar und 504 stellt den Ausgangssättigungspunkt bei hoher Verschlussgeschwindigkeit dar. Das Bildsignal niedriger Verschlussgeschwindigkeit und das Bildsignal hoher Verschlussgeschwindigkeit werden beispielsweise einer Gamma-Korrektur in den charakteristischen Umsetzschaltungen 310 bzw. 311 unterzogen. Die Eigenschaften der beiden Bildsignale werden definiert durch Steuersignale 330 und 331 von dem Mikrocomputer 318.

[0061] Die Ausgangssignale der Umsetzschaltungen 310 und 311 werden addiert oder geschaltet in der Additions- oder Umschalterschaltung 312. In diesem Fall wird die Ausgangscharakteristik 501 im Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbetrieb und die Ausgangscharakteristik 502 im Hoch-Verschlussgeschwindigkeitsbetrieb kombiniert, um eine in Fig. 6 gezeigte zusammengesetzte Ausgangscharakteristik 601 zu produzieren. Ein auf der zusammengesetzten Ausgangscharakteristik 601 basierendes Ausgangssignal wird von dem A/D-Umsetzer 313 in ein Analogsignal umgewandelt, das wiederum von dem Ausgangsanschluss 314 nach außen geliefert wird.

[0062] Zurück zu Fig. 3 wird der Betrieb des Abschnittes beschrieben, der angepasst ist zum Erhöhen des Dynamikbereichs. Die Berechnungsschaltung 315 für den integrierten Wert und die Spitzenwerterfassungsschaltung 316 bilden eine Schaltung zum Bestimmen der Belichtungszeit der elektronischen Verschlusschaltung 305.

[0063] In der Berechnungsschaltung 315 für den integrierten Wert wird ein Luminanzsignal für ein Bildfeld von dem A/D-Umsetzer 304 für jeden der aufgeteilten Bereiche integriert und die resultierenden integrierten Werte werden an

den Mikrocomputer 318 gesendet. Die Spitzenwerterfassungsschaltung 316 erfasst den Spitzenwert des Luminanzsignals für ein Bildfeld von dem A/D-Umsetzer 304 und sendet ihn dann zu dem Mikrocomputer 318.

5 [0064] In der Berechnungsschaltung 315 für den integrierten Wert und der Spitzenwerterfassungsschaltung 316 sind aufgeteilte Bereiche auf dem Bildfeld eingerichtet, wie in Fig. 7 gezeigt. Das heißt, das Bildfeld 701 ist aufgeteilt in 25 Bereiche 702 zum Bestimmen der integrierten Werte und der Spitzenwerte. Um das Bildfeld aufzuteilen, werden Durchlasswellenformen verwendet, die von der Durchlasswellenformerzeugungsschaltung 317 generiert werden.

[0065] Die Durchlasswellenformerzeugungsschaltung 317 generiert Durchlasssignale aus einem Horizontalsynchronisationssignal HD, einem Vertikalsynchronisationssignal VD und einem Taktsignal CLK. Die Durchlasssignale werden an die Berechnungsschaltung 315 für den integrierten Wert gesendet und die Spitzenwerterfassungsschaltung 316, welche jeweils den integrierten Wert und den Spitzenwert des Bildsignals für jeden aufgeteilten Bereich 702 bestimmen.

[0066] Der Mikrocomputer 318 spricht an auf Information von der Berechnungsschaltung 315 für den integrierten Wert und der Spitzenwerterfassungsschaltung 316, um Belichtungszeiten (Verschlussgeschwindigkeiten) zu bestimmen. Die hohe Verschlussgeschwindigkeit wird hauptsächlich bestimmt durch die Information von der Spitzenwerterfassungsschaltung 316, während die niedrige Verschlussgeschwindigkeit hauptsächlich bestimmt wird aus der Information von der Berechnungsschaltung 315 für den integrierten Wert. Auf diesen Informationen basierende Steuersignale werden an die elektronische Verschlusschaltung 305 gesendet.

[0067] Die elektronische Verschlusschaltung 305 legt einen Hochgeschwindigkeitsverschlussimpuls und einen Niedriggeschwindigkeitsverschlussimpuls an das bildgebende Element in der CCD-Kamera 302 an entsprechend den Verschlussgeschwindigkeiten, die von dem Mikrocomputer 318 bestimmt sind.

[0068] Dadurch kann eine Kamera mit weitem Dynamikbereich realisiert werden, die beim Aufnehmen einer Szene, welche dunkle und helle Elemente enthält und ein bewegtes Objekt, automatisch die Belichtungszeit entsprechend der Helligkeit der Szene bestimmt.

45 [0069] Als nächstes werden die Anordnung und der Betrieb jeder Schaltung in der in Fig. 3 gezeigten Kamera mit weitem Dynamikbereich gemäß der vorliegenden Erfindung detailliert beschrieben. Zuerst wird die Berechnungsschaltung 315 für den integrierten Wert beschrieben.

50 [0070] Fig. 8 zeigt die Anordnung der Berechnungsschaltung 315 für den integrierten Wert. Bilddaten von der A/D-Umsetzschaltung 304 werden eingegeben in eine Durchlassschaltung 801, die gesteuert wird von einem Durchlasssignal, das von der Durchlasswellenformerzeugungsschaltung 317 produziert wird. Dadurch lässt die Durchlassschaltung 801 einen erforderlichen Bildfeldbereich in den aufgeteilten Bereichen 702 durch, die in Fig. 7 gezeigt sind.

[0071] Das durchgelassene Bildsignal wird als nächstes integriert. Das heißt, das von der Durchlassschaltung 801 ausgegebene Bildsignal wird eingegeben in eine Integrationsschaltung und integriert als ein Eingangsbildsignal einer Ein-Bildpunkthalteschaltung 803.

[0072] Dieses Bildsignal wird während des Durchlassintervalls integriert. Der integrierte Wert wird an eine Steuerungsschaltung 804 für eine integrierte Ausgangsgröße gesendet, die anspricht auf ein Steuersignal von dem Mikrocomputer 318, um das integrierte Signal zu ihm zu senden.

[0073] Die Anordnung der Spitzenwerterfassungsschal-

tung 316 der Fig. 3 ist in Fig. 9 gezeigt. Wie in der Berechnungsschaltung 315 für den integrierten Wert werden die Bilddaten von der A/D-Umsetzungsschaltung 304 eingegeben in eine Durchlassschaltung 901, die gesteuert ist von dem Durchlasssignal, das von der Durchlasswellenformzeugungsschaltung 317 produziert wird. Hierdurch lässt die Durchlassschaltung 901 einen erforderlichen Bildfeldbereich in den aufgeteilten Bereichen 702 durch, die in Fig. 7 gezeigt sind.

[0074] Der Spitzenwert des durchgelassenen Bildsignals wird als nächstes erfasst. Vor der Spitzenwerterfassung wird die Addition zweier Bildpunkte durchgeführt. Der Grund hierfür ist, dass wenn das optische Farbfilter des bildgebenden CCD-Elementes aus einem Komplementärfarbenmosaik besteht, die Größe des Signals von Bildpunkt zu Bildpunkt variiert. Die Addition zweier Bildpunkte ermöglicht es, den Einfluss des Farbfilters zu eliminieren.

[0075] Um zwei Bildpunkte zu addieren, werden das vorliegende Signal und das von einer Einbildpunkthalteschaltung 902 um eine Bitzeit verzögertes Signal zusammenaddiert in einer Additionsschaltung 903. Um aus der Summe zweier Bildpunkte eine Einheit zu machen, wird das Summensignal von einer Zweibildpunkthalteschaltung 904 empfangen, die gesteuert ist von einer Zweibildpunkthaltesignalerzeugungsschaltung 905. Hierdurch wird ein Signal mit der Einheit zweier Bildpunkte produziert durch die Zweibildpunkthalteschaltung 904.

[0076] Das Ausgangssignal der Zweibildpunkthalteschaltung 904 wird verglichen in einer Komparatorschaltung 907 mit dem Signal der vorherigen beiden Bildpunkte. Der Komparator produziert ein Auswahlsignal zum Auswählen eines größeren und zum Anlegen dieses an eine Umschalterschaltung 906. Als Ergebnis wird das größere von dem momentanen Signal und dem Signal von zwei Bildpunkten zuvor ausgewählt in der Umschalterschaltung 906, und das ausgewählte wird eingegeben und gehalten in einer Halteschaltung 908.

[0077] Der Vergleich wird ausgeführt, bis das Signal von der Durchlassschaltung 901 ausläuft. Eine Spitzenausgangsschaltung 909 spricht an auf ein Steuersignal von dem Mikrocomputer 318 zum Empfangen der Ausgangsgröße (Spitzenausgangssignal) der Halteschaltung 908 und sendet diese über einen Ausgangsanschluss 910 an den Mikrocomputer.

[0078] Als nächstes wird die Durchlasswellenform-Erzeugungsschaltung 317 beschrieben. Wie oben beschrieben, ist zum Aufteilen des Bildfeldes das Durchlasssignal erforderlich. Dieses Signal wird generiert unter Verwendung des Vertikalsynchronisationssignals VD, des Horizontalsynchronisationssignals HD und des Taktsignals CLK.

[0079] Fig. 10 zeigt die Anordnung der Durchlasswellenform-Erzeugungsschaltung 317. Das Vertikalsynchronsignal VD wird angewendet auf eine VD-Rücksetzsignal-Erzeugungsschaltung 1001, die ein VD-Rücksetzsignal generiert. Unter Bezug auf das Rücksetzsignal zählt eine Vertikalstartpositionseinstellschaltung 1002 das Horizontalsynchronisationssignal zum Einstellen der vertikalen Startposition. Wenn die vertikale Startposition eingestellt ist, zählt eine Vertikalweiteneinstellschaltung 1003 das Horizontalsynchronisationssignal zum Einstellen der vertikalen Weite.

[0080] Das Horizontalsynchronisationssignal HD wird angelegt an eine HD-Rücksetzsignal-Erzeugungsschaltung 1004, die ein HD-Rücksetzsignal generiert. Unter Bezug auf das Rücksetzsignal zählt eine Horizontalstartpositionseinstellschaltung 1005 das Taktsignal CLK zum Einstellen der horizontalen Startposition. Wenn die horizontale Startposition eingestellt ist, zählt eine Horizontalweiteneinstellschaltung 1006 das Taktsignal zum Einstellen der horizontalen

Weite.

[0081] Auf diese Weise werden Vertikal- und Horizontalweitensignale erhalten von den Vertikal- und Horizontalweiteneinstellschaltungen 1003 bzw. 1006. Diese Signale werden in einer Kombinationsschaltung 1007 kombiniert zu einem zusammengesetzten Signal, das als das zuvor beschriebene Durchlasssignal dient.

[0082] Als nächstes wird der interne Aufbau des Mikrocomputers 318 in Fig. 3 unter Bezugnahme auf Fig. 11 beschrieben.

[0083] Der Mikrocomputer 318 in Fig. 3 liest den integrierten Wert und den Spitzenwert des Bildsignals von der Berechnungsschaltung 315 für den integrierten Wert bzw. der Spitzenwerterfassungsschaltung 316, zum Steuern der elektronischen Verschlusschaltung 305, der Niedriggeschwindigkeits-Charakteristikumsetzungsschaltung 310, der Hochgeschwindigkeits-Charakteristikumsetzungsschaltung 311 und der Additions- oder Umschalterschaltung 312. Die Softwareverarbeitungsfunktion wird als nächstes beschrieben.

[0084] Fig. 11 zeigt ein internes Funktionsdiagramm des Mikrocomputers 318. Ein Bildfeldaufteilungs- und Durchschnittsverarbeitungsabschnitt 1104 empfängt den integrierten Wert des Bildsignals von der Berechnungsschaltung 315 für den integrierten Wert und den Spitzenwert des Bildsignals von der Spitzenwerterfassungsschaltung 316 zum Ausgeben des Durchschnittswertes des Niedriggeschwindigkeitsbildes 1105 und des Durchschnittswertes des Hochgeschwindigkeitsbildes 1106.

[0085] Die beiden Durchschnittswerte werden an eine Belichtungszeit-Steuersignal-Erzeugungsschaltung 1107 angelegt, die angepasst ist für eine niedrige Verschlussgeschwindigkeit und an eine Belichtungszeit-Steuersignal-Erzeugungsschaltung 1110, die angepasst ist für eine hohe Verschlussgeschwindigkeit, welche die Verschlussgeschwindigkeitsberechnungen 1108, 1111 und die Feineinstellung 1109, 1112, durchführen.

[0086] Das Ergebnis der Verschlussgeschwindigkeitsberechnung 1108 wird ausgegeben als ein Steuersignal 1114 niedriger Geschwindigkeit für den elektronischen Verschluss. Das Ergebnis der Verschlussgeschwindigkeitsberechnung 1111 wird ausgegeben als ein Steuersignal 1115 hoher Geschwindigkeit für den elektronischen Verschluss. Diese Signale steuern die elektronische Verschlusschaltung 305 in Fig. 3.

[0087] Die Ergebnisse der Berechnung der Verschlussgeschwindigkeiten durch die Belichtungszeit-Steuersignal-Erzeugungsschaltungen 1107 und 1110 werden angelegt an die AGC-Schaltung 303 als AGC-Signal 1113. Um die Niedrig- und Hoch-Verschlussgeschwindigkeitssignale 1114 und 1115 zu steuern gemäß kleiner Variationen in der Bildhelligkeit führen die Belichtungszeit-Steuersignal-Erzeugungsschaltungen 1107 und 1110 Feinabstimmungen 1109 und 1112 aus.

[0088] Die Niedrig- und Hoch-Verschlussgeschwindigkeitssignale 1114 und 1115 werden angelegt an einen Charakteristikumsetz-Steuerabschnitt 1116 und einen Additionsverhältnissteuerabschnitt 1120. Der Charakteristikumsetz-Steuerabschnitt 1116 produziert Niedrig- und Hochgeschwindigkeits-Charakteristikumsetz-Steuersignale 1117 und 1118. Der Additionsverhältnissteuerabschnitt 1120 produziert ein Additionsverhältnissteuersignal 1119. Das Niedriggeschwindigkeits-Charakteristikumsetz-Steuersignal 1117 ist ein Steuersignal entsprechend der Niedrig-Verschlussgeschwindigkeit. Das Hochgeschwindigkeits-Charakteristikumsetz-Steuersignal 1118 ist ein Steuersignal für hohe Verschlussgeschwindigkeit.

[0089] Die Niedrig- und Hochgeschwindigkeits-Charakteristikumsetz-Schaltungen 310 und 311 in Fig. 3 werden je-

weils gesteuert durch die Niedrig- und Hochgeschwindigkeits-Charakteristikumsatz-Steuersignale 1117 und 1118. Der Additionsverhältnissteuerabschnitt 1120 spricht auch an auf die Niedrig- und Hoch-Verschlussgeschwindigkeitssignale 1114 und 1115 zum Produzieren eines Additionsverhältnissteuersignals 1119, das wiederum angelegt wird an die Additions- oder Umschalterschaltung 312, um dadurch das Verhältnis zu steuern, mit dem die Niedrig- und Hoch-Verschlussgeschwindigkeits-Bildsignale addiert werden.

[0090] Fig. 12A bis 12D zeigen eine sichtbare Darstellung von Daten, auf die sich der Mikrocomputer 318 bezieht bei der Bildfeldaufteilung und Durchschnittswertverarbeitung 1104 in Fig. 11.

[0091] Zuerst wird basierend auf dem integrierten Wert des Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbildsignals, das von der Berechnungsschaltung für den integrierten Wert 315 erhalten wird und dem Spitzenwert des Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbildsignals, der von der Spitzenwerterfassungsschaltung 316 erhalten wird, das Bildfeld aufgeteilt in gesättigte und nichtgesättigte Bereiche.

[0092] Als nächstes wird der Durchschnitt des Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbildsignals berechnet aus dem nichtgesättigten Bereich seines integrierten Wertes. Außerdem wird der Durchschnitt des Hoch-Verschlussgeschwindigkeitsbildsignals berechnet aus dem nichtgesättigten Bereich seines integrierten Wertes. Durch Aufteilen des Bereichs und Bestimmen des Durchschnitts in der Bildfeldaufteilung und Durchschnittsverarbeitung der Fig. 11 ermöglichen die nachfolgenden Verschchlussgeschwindigkeitsberechnungsabschnitte 1108 und 1111 das Berechnen einer optimalen Belichtungszeit für das Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbild und das Hoch-Verschlussgeschwindigkeitsbild.

[0093] Die obige Verarbeitung wird speziell beschrieben unter Bezugnahme auf die Fig. 12A bis 12D. Der Bildpunktdurchschnittswert (in diesem Fall 8 Bit breit) wird für jeden der aufgeteilten Bereiche bestimmt aus dem integrierten Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitswert. Bezirke, in denen der Bildpunktdurchschnittswert beispielsweise größer ist als 200 und der Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbildspitzenwert maximal ist in einer 8-Bit-Breite werden als gesättigte Bereiche angesehen und andere Bezirke werden als nichtgesättigte Bereiche angesehen.

[0094] Es wird angenommen, dass wie in Fig. 12A gezeigt, ein Bereich, in dem der Durchschnittswert (der Durchschnitt des Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbilds), der aus dem integrierten Wert des Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbilds bestimmt ist, mehr als 200 ist in einem Bereich 1205, der mit unterbrochenen Linien eingekreist ist und, wie in Fig. 12B gezeigt ein Bereich, in dem der Spitzenwert des Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbilds maximal ist, ein Bereich 1206 ist, der mit unterbrochenen Linien eingekreist ist. Wie in Fig. 12C gezeigt, wird ein Bezirk, der den Bereichen 1205 und 1206 gemeinsam ist, als gesättigter Bereich 1207 genommen und der andere Bezirk wird als nichtgesättigter Bereich 1208 genommen. Der gesättigte Bereich 1207 wird als Abbildungsobjekt mit hoher Verschchlussgeschwindigkeit genommen und der andere Bereich wird als Abbildungsobjekt mit niedriger Verschchlussgeschwindigkeit genommen. Wie in Fig. 12D gezeigt, wird der Durchschnittswert (Hoch-Verschlussgeschwindigkeitsbildwert), der in jeder der aufgeteilten Regionen bestimmt wird, auch erhalten von dem Bildfeldaufteilungs- und Mittelwertverarbeitungsabschnitt 1104.

[0095] Die Verschchlussgeschwindigkeitsberechnungsabschnitte 1108 und 1111 empfangen den Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbilddurchschnittswert und den Hoch-Verschlussgeschwindigkeitsbilddurchschnittswert von dem Bildfeldaufteilungs- und Durchschnittsverar-

beitungsabschnitt 1104. Wenn der Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbilddurchschnittswert und der Hoch-Verschlussgeschwindigkeitsbilddurchschnittswert einen gegebenen Steuerbereich überschreiten, wird die Belichtungszeit geändert in Schritten einer großen Weite. Andernfalls wird die Belichtungszeit in Schritten einer geringen Weite geändert. Das heißt, die bildgebende Einrichtung mit weitem Dynamikbereich der vorliegenden Erfindung steuert die Belichtungszeit in zwei Schritten mit großen und kleinen Weiten.

[0096] Damit der Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbilddurchschnittswert und der Hoch-Verschlussgeschwindigkeitsbilddurchschnittswert durch die Zweischrittsteuerung in das Zentrum des Steuerbereichs kommen, werden ein Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitssignal 1114 und Hoch-Verschlussgeschwindigkeitssignal 1115 ausgegeben zum Steuern der elektronischen Verschlusschaltung 305. Die Verschlussgeschwindigkeitsberechnungsabschnitte 1108 und 1111 unterscheiden sich voneinander nur in der Eingangsgröße und der Ausgangsgröße, aber führen dieselbe Operation aus.

[0097] Dadurch hat in der Kamera mit weitem Dynamikbereich der vorliegenden Erfindung die Spitzenwerterfassungsschaltung eine Funktion des Extrahierens eines Hochluminanzbereichs durch Erfassen des Spitzenluminanzwertes eines Bildsignals, die Berechnungsschaltung für einen integrierten Wert hat eine Funktion des Berechnens des durchschnittlichen Luminanzwertes in einem Niedrigluminanzbereich der von dem Hochluminanzbereich verschiedenen ist, und der Belichtungszeitsteuersignalerzeugungsabschnitt produziert ein Steuersignal zum Steuern der Belichtungszeit eines Bildsignals von dem Luminanzdurchschnittswert in einem Niedrigluminanzbereich, so dass die Schatten der Luminanz in dem Niedrigluminanzbereich sichergestellt sind.

[0098] Beim Einfangen erster und zweiter Bilder nacheinander mit der Kamera mit weitem Dynamikbereich der vorliegenden Erfindung hat die Spitzenwerterfassungsschaltung eine Funktion des Extrahierens eines Hochluminanzbereichs durch Erfassen des Spitzenluminanzwertes des ersten Bildsignals, die Berechnungsschaltung für einen integrierten Wert hat eine Funktion der Berechnung des Luminanzdurchschnittswertes des zweiten Bildsignals entsprechend dem Hochluminanzbereich und der Belichtungszeitsteuersignalerzeugungsabschnitt produziert ein Steuersignal zum Steuern der Belichtungszeit des zweiten Bildsignals von dem Luminanzdurchschnittswert in dem Hochluminanzbereich, so dass die Schatten der Luminanz in dem Hochluminanzbereich des zweiten Bildsignals sichergestellt sind.

[0099] Fig. 13 zeigt eine grafische Darstellung des Übergangs des Durchschnittswerts der Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbild-Ausgangsgröße von dem Bildfeldaufteilungs- und Durchschnittsverarbeitungsabschnitt 1104 in Fig. 11. Die Durchschnittswerte des Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbildes sind auf der vertikalen Achse 1301 dargestellt und die Zeit ist auf der horizontalen Achse 1302 dargestellt. Ein schrittweises Variieren der Wellenform gibt den Übergang des Mittelwertes des Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbildsignals wieder. In diesem Beispiel liegt der Anfangsmittelwert unterhalb der optimalen Belichtungsweite 1103. Die Belichtungszeit ist daher erhöht bis zu einem Wert, der gegeben ist durch

$$\text{Belichtungszeit} = (\text{momentane Belichtungszeit}) \times (\text{unterer Grenzwert } 1304 \text{ optimaler Belichtungsweite}) / (\text{Durchschnittswert}) \quad (1)$$

[0100] Wenn der Anfangsdurchschnittswert oberhalb der

optimalen Belichtungsweite **1303** liegt, wird der untere Begrenzungswert **1304** in Gleichung (1) ersetzt durch den oberen Begrenzungswert **1310** und die Belichtungszeit ist dann herabgesetzt auf einen Wert, der gegeben wird durch die neu geschriebene Gleichung.

[0101] Wenn einmal der Durchschnittswert in den optimalen Belichtungsbereich fällt, wird die Belichtungszeit um 10% geändert mit jeder vertikalen Synchronisationsperiode V, bis das Zentrum **1305** der optimalen Belichtungsweite überschritten ist. Die Änderung der Belichtungszeit wird gestoppt, wenn das Zentrum der optimalen Belichtungsweite gerade überschritten worden ist. Dieser Zustand wird als optimaler Belichtungszustand **1306** genommen.

[0102] Sobald der Durchschnittswert den optimalen Belichtungszustand erreicht, wird die Korrektur der Belichtungszeit (Belichtungssteuerung) nicht ausgeführt, bis die Werte außerhalb der optimalen Belichtungsweite nacheinander beobachtet worden sind für eine konstante Zeitperiode (zum Beispiel eine Zeitperiode, die durch die Schutzzeit **1307** angezeigt ist). In dem Beispiel der Fig. 13 variiert der Durchschnittswert noch einmal in den Intervallen **1308** und **1309**, um die optimale Belichtungsweite zu überschreiten. Da dies jedoch innerhalb der Schutzzeit auftritt, wird die Belichtungszeit nicht verändert.

[0103] Demnach kann durch Steuern der Belichtungszeit in zwei Stufen einer großen Weite basierend auf der Gleichung (1) und einer kleinen Weite um 10% mit jeder Vertikalsynchronisationsperiode V eine abrupte Änderung in der Luminanz eines Objektes schnell ausgeglichen werden und auf eine geringe Luminanzänderung kann langsam reagiert werden. Durch Vorsehen der Schutzzeit kann eine Schwingung basierend auf einer abrupten Änderung in der Luminanz eines Gegenstandes unterdrückt werden.

[0104] Das Zustandsübergangsdiagramm der Programmsteuerung ist in Fig. 14 gezeigt. Sechst Zustände **14s1** bis **14s6** sind definiert. Die Verschlussgeschwindigkeitsberechnungen **1108** und **1111** in Fig. 11 werden zu jeder Zeit in einem dieser Zustände ausgeführt. Für jeden Zustand sind Ereignisse **1401** bis **1417**, die benötigt werden zum Ausführen einiger Verarbeitungen, mit Pfeilen dargestellt.

[0105] Die Verschlussgeschwindigkeitsberechnungsabschnitte **1108** und **1111** in Fig. 11 generieren ein Ereignis basierend auf einem eingegebenen Durchschnittswert, der von der Bildfeldaufteilungs- und Durchschnittsverarbeitung **1104** mit jeder Vertikalsynchronisationsperiode V angelegt wird. Wenn eine Koinzidenz auftritt zwischen einem Ereignis, das von dem momentanen Zustand nach außen gerichtet ist und dem generierten Ereignis, wird ein diesem Ereignis entsprechender Prozess ausgeführt und ein Übergang wird dann durchgeführt in den Zustand, auf den der Pfeil zeigt. Diese Wiederholung wird mit jeder Vertikalsynchronisationsperiode V zum Implementieren der Verschlussgeschwindigkeitsberechnungs-Abschnitte **1108** und **1111** durchgeführt.

[0106] Das Zustandsübergangsdiagramm der Fig. 14 wird spezieller beschrieben unter Verwendung von Fig. 13 als Beispiel. Wie auf der Seite der vertikalen Achse in Fig. 13 beispielsweise gezeigt, ist der Durchschnittswertbereich klassifiziert in **1310**, **1311**, **1312** und **1313**.

[0107] Es gibt insgesamt sechs Ereignisse, die zu generieren sind: ein "unterhalb optimalem Belichtungsbereich-Ereignis", wenn der Durchschnittswert in dem Bereich **1310** liegt; ein "unterhalb optimalem Belichtungsbereichszentrums-Ereignis", wenn der Durchschnittswert in dem Bereich **1311** liegt; ein Optimal-Belichtungsbereichszentrums-Ereignis, wenn der Durchschnittswert in dem Bereich **1305** liegt; ein "oberhalb optimalem Belichtungsbereichszentrums-Ereignis", wenn der Durchschnittswert in dem Be-

reich **1312** liegt; ein "oberhalb optimalem Belichtungsbereichs-Ereignis", wenn der Durchschnittswert in dem Bereich **1313** liegt; und ein Nach-Schutzzeit-Ereignis, wenn der Mittelwert in dem Bereich **1313** liegt. Die Schutzzeit wird gezählt von einem Zähler, der mit jeder Vertikalsynchronisationsperiode V aufwärts gezählt wird und das Ereignis von Nach-Schutzzeit wird generiert, wenn ein gegebener Wert von diesem Zähler überschritten wird.

[0108] Die Verschlussgeschwindigkeitsberechnung **1108** in Fig. 11 startet mit dem Anfangszustand **14s1**. Die in diesem Zustand zu verarbeitenden Ereignisse sind das unterhalb optimalem Belichtungsbereichszentrums-Ereignis **1401**, das oberhalb optimalem Belichtungsbereichszentrums-Ereignis **1402**, das Optimal-Belichtungsbereichszentrums-Ereignis **1403**, das oberhalb optimalem Belichtungsbereichs-Ereignis **1413** und das unterhalb optimalem Belichtungsbereich-Ereignis **1414**. Da der Anfangswert **1317** von der Bildfeldaufteilungs- und Durchschnittsverarbeitung **1104** in dem Bereich **1310** enthalten ist, ist in Fig. 13 das Ereignis das unterhalb optimalem Belichtungsbereich-Ereignis **1414** und die Belichtungszeit wird erhöht auf den von der Gleichung (1) gegebenen Wert. Ein Übergang wird dann ausgeführt in den Unterbelichtungszustand **14s2**.

[0109] Die in dem Unterbelichtungszustand **14s2** zu verarbeitenden Ereignisse sind die folgenden drei:

- (1) Unterhalb optimalem Belichtungsbereich-Ereignis **1415**, in welchem Fall kein Zustandsübergang ausgeführt wird und die Belichtungszeit erhöht wird auf den von der Gleichung (1) gegebenen Wert.
- (2) Das unterhalb optimalem Belichtungsbereichszentrums-Ereignis **1404**, in welchem Fall kein Zustandsübergang ausgeführt wird und die Belichtungszeit erhöht wird um 10%.
- (3) Das oberhalb optimalem Belichtungsbereichszentrums-Ereignis **1412**, in welchem Fall ein Übergang ausgeführt wird zu dem optimalem Belichtungszustand.

[0110] In dem Intervall **1318** der Fig. 13 wird, da das Ereignis das unterhalb optimalem Belichtungsbereichszentrums-Ereignis **1404** ist, die Belichtungszeit um 10% erhöht mit jeder Vertikalsynchronisationsperiode. Bei dem Durchschnittswert **1319** (zwischen **1314** und **1315**) ändert das Ereignis zu dem oberhalb optimalen Belichtungsbereichszentrums-Ereignis **1412**, um einen Übergang in den Optimum-Belichtungszustand **14s4** auszuführen.

[0111] Die Ereignisse, die in dem Optimum-Belichtungszustand **14s4** zu verarbeiten sind, sind die folgenden beiden:

- (1) Das unterhalb optimalem Belichtungsbereich-Ereignis **1409**, in welchem Fall der Schutzzeit-Zähler zurückgesetzt wird und ein Übergang ausgeführt wird in den Schutzzeit-Abwarten-Zustand **14s5**.
- (2) Das oberhalb optimalem Belichtungsbereichs-Ereignis **1407**, in welchem Fall der Schutzzeit-Zähler zurückgesetzt wird und ein Übergang ausgeführt wird in den Schutzzeit-Abwarten-Zustand **14s6**.

[0112] Da der Durchschnittswert **1320** in den Bereich **1312** fällt, wird das Ereignis **1407** von oberhalb optimalem Belichtungsbereich verarbeitet, so dass der Schutzzeit-Zähler rückgesetzt wird und startet und ein Übergang ausgeführt wird in den Schutzzeit-Abwarten-Zustand **14s6**.

[0113] Die in dem Schutzzeit-Abwarten-Zustand **14s6** zu verarbeitenden Ereignisse sind die folgenden drei:

- (1) Das unterhalb optimalem Belichtungsbereich-Er-

eignis 1411, in welchem Fall der Schutzzeit-Zähler rückgesetzt wird und ein Übergang ausgeführt wird zu dem optimalen Belichtungszustand 14s4.

(2) Das unterhalb optimalen Belichtungsbereichszentrums-Ereignis 1417, in welchem Fall der Schutzzeit-Zähler rückgesetzt wird und ein Übergang ausgeführt wird zu dem optimalen Belichtungszustand 14s4.

(3) Das Nach-Schutzzeit-Ereignis 1408, in welchem Fall ein Übergang ausgeführt wird zu dem Überbelichtungszustand 14s3.

[0114] In dem Intervall 1308 liegt der Durchschnittswert in dem Bereich 1313 und der Zustand ist der Schutzzeit-Abwarten-Zustand 14s6. Wenn der Durchschnittswert 1321 als nächstes in den Bereich 1312 fällt, wird das Ereignis das unterhalb optimalen Belichtungsbereich-Ereignis 1411, wodurch der Schutzzeit-Zähler rückgesetzt wird und ein Übergang ausgeführt wird in den optimalen Belichtungszustand 14s4.

[0115] Der Durchschnittswert fällt wieder in den Bereich 1313, so dass der Schutzzeit-Zähler zurückgesetzt wird und von dem oberhalb optimalen Belichtungsbereich-Ereignis 1407 startet und ein Transfer wird ausgeführt in den Schutzzeit-Abwarten-Zustand 14s6. Zur Zeit 1323, wenn der Schutzzeit-Zähler den gegebenen Wert überschreitet, während der Durchschnittswert in dem Bereich 1313 verbleibt, wird das Ereignis das Nach-Schutzzeit-Ereignis 1408 und ein Übergang wird ausgeführt zu dem Überbelichtungszustand 14s3.

[0116] Im Überbelichtungszustand 14s3 wird die Belichtungszeit in entgegengesetzter Richtung verändert zu der im Unterbelichtungszustand 14s2. Schließlich wird der Zustand der optimale Belichtungszustand 14s4.

[0117] Als nächstes werden die Feineinstellungen 1109 und 1112 in Fig. 11 beschrieben. Die Feineinstellungen sind Kompensationsverarbeitungen für Bildfeldluminanzvariationen mit einer langen Periode. Wenn die Frequenz der Luminanzfluktuation einer Beleuchtungsquelle, z. B. die Flackerfrequenz einer Fluoreszenzlampe, und die Rahmenfrequenz des Bildelementes einander sehr nahe kommen, treten bedingt durch Rückschräglaufverzerrungen Bildfeldluminanzvariationen mit einer sehr langen Periode auf. Solche Variationen können erfasst und gesteuert werden durch die Feineinstellungen 1109 und 1112, so dass Bildfeldluminanzvariationen mit einer langen Periode, die in dem optimalen Belichtungssteuersystem auftreten, eliminiert werden.

[0118] Fig. 15 zeigt die Messungen von Bildfeldluminanzvariationen, die aus dem Zusammenhang zwischen der Periode einer Beleuchtungsquelle und der Rahmenperiode des Bildelementes resultieren. Die Bildluminanzdurchschnittswerte, die von dem Bildfeldaufteil- und Durchschnittsverarbeitungsabschnitt 1104 in Fig. 11 ausgegeben werden, sind auf der vertikalen Achse gezeigt und die Rahmenzahl (korrespondierend zur Zeit) ist auf der horizontalen Achse gezeigt. Wie gezeigt, ist, obwohl die Bildluminanz mit einem sehr sanften Gradienten variiert, die Variationsweite so groß wie 30% und der Durchschnittswert kann außerhalb des optimalen Belichtungsbereichs fallen.

[0119] Wenn die Verschlusssteuerung nur unter Verwendung der Verschlussgeschwindigkeitsberechnung ausgeführt wird, wobei der Durchschnittswert den optimalen Belichtungsbereich überschreiten wird und die Zeit, in der der optimale Belichtungswert überschritten ist, länger wird als die Schutzzeit, wird das Elektronikverschlusssteuersignal aktiviert und steuert den Elektronikverschluss. In diesem Betrieb treibt, da der Durchschnittswert auf und ab fluktuiert, die Verschlusssteuerung den Elektronikverschluss in die optimale Belichtung in jedem der hohen und niedrigen

Durchschnittswerte, was eine Bildluminanzvariation (Schwingung) mit einer sehr langen Periode veranlassen wird, generiert zu werden. Dieses Problem wird folgendermaßen gelöst: Der sanfte Gradient der Luminanzvariation innerhalb $\pm 1\%$ wird erfasst in einer Periode eines Rahmens und der Elektronikverschluss wird angetrieben in optimaler Belichtung mit jedem Rahmen durch minutiöse Verschlusssteuerung. Wie für geringe Luminanzvariationen wird die Einstellung der optimalen Belichtung ausgeführt ohne die Schutzzeit. Für durch Änderungen in Bildmustern bedingte Luminanzvariationen wird die übliche Belichtungssteuerung ausgeführt durch die vorangegangenen beschriebenen Verschlussgeschwindigkeitsberechnungen.

[0120] Als nächstes wird ein Verfahren zum Steuern von Luminanzvariationen mit langer Periode beschrieben. Die Feineinstellung 1109 in Fig. 11 arbeitet nur, wenn die Verschlussgeschwindigkeitsberechnung 1108 beurteilt, dass die optimale Belichtung eingestellt ist. Der Betrieb der Feineinstellung 1109 ist wie folgt:

Während der optimalen Belichtung speichert die Verschlussgeschwindigkeitssteuerung 1108 den optimalen Belichtungsdurchschnittswert. Dieser Wert wird eingestellt als Anfangswert. Wenn der Durchschnittswert innerhalb $\pm 1\%$ des Anfangswerts variiert mit einem Rahmen als Periode, wird bestimmt

Durchschnittswertsvariationsrate =
Anfangswert/Durchschnittswert (2)

[0121] Basierend auf dem Ergebnis dieser Berechnung berechnet der Mikrocomputer 318, wie viele Stufenverschiebungen in einem in Fig. 16 gezeigten Schieberegister einer Takteinheit 1605 erforderlich sind, um die optimale Belichtungszeit zu erhalten. Eine Verschiebung einer Stufe entspricht dem Betrag einer Korrektur für 1% der Belichtungszeit. Da der Mikrocomputer 318 die momentane Belichtungszeit erkennt, ist die erforderliche Korrekturzeit gegeben durch

Belichtungskorrekturzeit [s] = $(1/100) \times$
(momentane Belichtungszeit) [s] (3)

[0122] Die Anzahl der Schieberegisterstufen für die Belichtungskorrektur ist gegeben durch

Schieberegisterstufenanzahl
= (Belichtungskorrekturzeit [s]) / (eine Periode
des Haupttaktes [s]) (4)

[0123] Die Verwendung der Stufenzahl des Schieberegisters, die aus Gleichung (4) erhalten wird, als Steuersignal des Schieberegisters 1605 ermöglicht eine sehr minutiöse Belichtungszeiteinstellung. Das heißt, eine Feineinstellung von $\pm 1\%$ der Belichtungszeit kann realisiert werden auf einer Rahmen-für-Rahmen-Basis. Die Feineinstellung könnte angewendet werden auf die automatische Verstärkungssteuerung für das CCD-Ausgangssignal, wie in Fig. 11 gezeigt, in welchem Fall sich eine Verschlechterung des Signal-zu-Rausch-Verhältnisses ergeben würde wegen der Erhöhung der Verstärkung.

[0124] Das Niedriggeschwindigkeits-Charakteristikumsetz-Steuersignal 1117 und das Hochgeschwindigkeits-Charakteristikumsetz-Steuersignal 1118, die in Fig. 11 gezeigt sind, sind Steuersignale, die verwendet werden beim Kombinieren eines Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbildes und eines Hoch-Verschlussgeschwindigkeitsbildes in einem Bild mit ausgedehntem Dynamikbereich zum Optimieren des zusammengesetzten Bildes. Die Steuersignale werden

verwendet für nichtlineare Prozesssteuerung wie eine Gamma-Korrektur in den Niedrig- und Hochgeschwindigkeits-Charakteristikumsetz-Schaltungen 310 und 311, wie sie zuvor im Zusammenhang mit Fig. 3 beschrieben worden sind.

[0125] Die Probleme der Bildkombination sind die folgenden: Die einfache Addition von zwei Bildern nur zur Erhöhung der Dynamikbereichsausdehnungsrate generiert nichtlineare Schrägverzerrung in den Schatten des zusammengesetzten Bildes, die zu einem Bild mit schwachem Kontrast führen. Demnach ist es erforderlich, die nichtlinearen Schrägverzerrungen zu unterdrücken und die Kontrastreduzierung zu minimieren durch Umsetzen der Charakteristik der Bildsignale entsprechend der Dynamikbereichsausdehnungsrate vor dem Addieren der beiden Bilder.

[0126] Die nichtlineare Prozesssteuerung wird folgendermaßen ausgeführt: Zuerst wird die Dynamikbereichsausdehnungsrate berechnet aus dem Belichtungszeitverhältnis als

Dynamikbereichsausdehnungsrate = Niedrig-Verschlußgeschwindigkeitssignal 1114/Hoch-Verschlußgeschwindigkeitssignal 1115 (5)

[0127] Dieser Wert gibt die Dynamikbereichsausdehnungsrate bei Abschluss der Belichtungssteuerung an. In der Charakteristikumsetzsteuerung 1116 wird die Dynamikbereichsausdehnungsrate berechnet und das Ergebnis wird als ein Steuersignal ausgegeben.

[0128] Andererseits haben die Charakteristikumsetzschaltungen des Verarbeitungsabschnittes (die Niedrig- und Hochgeschwindigkeits-Charakteristikumsetz-Schaltungen 310 und 311) Tabellen von X^1 bis X^0 und \log_{10} (1 bis 10) (Exponentialcharakteristika) als ihre Eingangs-Ausgangs-Charakteristika. Die Tabellen werden durch das obige Steuersignal umgeschaltet, hierbei nichtlineare Verzerrungen in Bildsignalen verbessernd.

[0129] Als nächstes stehen die Dynamikbereichsausdehnungsrate und die Tabellenauswahl in folgendem Zusammenhang:

Wenn Ausdehnungsrate < 16, dann wird die X^1 -Tabelle ausgewählt.

Wenn $16 \leq 5$ Ausdehnungsrate ≤ 64 , dann wird die $X^{0.7}$ -Tabelle ausgewählt.

Wenn $64 < \text{Ausdehnungsrate}$, dann wird die X^0 -Tabelle ausgewählt.

[0130] Der Charakteristikumsetzsteuerabschnitt 1116 stellt die Ergebnisse der Bedingungszweige bereit als Niedrig- und Hochgeschwindigkeits-Charakteristikumsetz-Steuersignale 1117 und 1118, dadurch ein automatisches Tabellenumschalten durchführend in den Charakteristikumsetzschaltungen in dem Signalverarbeitungssystem (die Niedrig- und Hochgeschwindigkeits-Charakteristikumsetz-Schaltungen 310 und 311 in Fig. 3).

[0131] Der Zweck der Additionsverhältnis-Steuerung 1120, der ähnlich zu dem der Charakteristikumsetzsteuerung 1116 ist, ist es, das Kombinationsverhältnis des Niedrig-Verschlußgeschwindigkeitsbildes und des Hoch-Verschlußgeschwindigkeitsbildes derart zu optimieren, dass der Kontrast des zusammengesetzten Bildes verbessert wird. Der Nachteil des zusammengesetzten Bildes ist eine signifikante Verschlechterung des Kontrastes wegen des erhöhten Dynamikbereichsausdehnungsbildergebnisses in einem weißblassen Bild.

[0132] Der Grund ist, dass weitgehend das gesamte Gebiet des Niedrig-Verschlußgeschwindigkeitssignals gesättigt ist und das Hoch-Verschlußgeschwindigkeitssignal dem gesättigten Signal überlagert wird. Um den reduzierten

Kontrast zu kompensieren, wird die Ausdehnungsrate erhöht und das Kombinationsverhältnis des Hoch-Verschlußgeschwindigkeitsbildes zu dem Niedrig-Verschlußgeschwindigkeitsbild erhöht, um die Weißung des Bildes zu unterdrücken. Speziell kann der Kontrast des überlagerten Bildes effektiv erhöht werden durch Durchführen der Additionsverhältnissteuerung simultan zu der Charakteristikumsetzung.

[0133] Als nächstes wird der Betrieb der in Fig. 11 gezeigten Additionsverhältnissteuerung 1120 beschrieben. Wie bei der Charakteristikumsetzsteuerung 1116 wird in der Additionsverhältnissteuerung 1120 zum Produzieren des Additionsverhältnissteuersignals 1116 zum Umschalten des Kombinationsverhältnisses der Niedrig- und Hoch-Verschlußgeschwindigkeitssignale das Dynamikbereichsausdehnungsverhältnis berechnet. Dieses Steuersignal wird an die zuvor in Verbindung mit Fig. 3 beschriebene Additionssteuerung 312 gesendet, um das Verhältnis automatisch zu steuern, mit dem die beiden Bilder kombiniert werden, d. h. das Additionsverhältnis.

[0134] Die Dynamikbereichsausdehnungsrate (Belichtungszeitverhältnis) und das Additionsverhältnis stehen im folgenden Zusammenhang:

Wenn Ausdehnungsrate = 1, dann $L = 0\%$ und $H = 100\%$.

Wenn $1 < \text{Ausdehnungsrate} < 6$, dann $L = 6\%$ und $H = 94\%$.
Wenn $6 \leq \text{Ausdehnungsrate} < 8$, dann $L = 12\%$ und $H = 88\%$.

Wenn $8 < \text{Ausdehnungsrate}$, dann $L = 25\%$ und $H = 75\%$.

[0135] Hier steht L für das Niedrig-Verschlußgeschwindigkeitsbild und H für das Hoch-Verschlußgeschwindigkeitsbild. Die obigen Additionsverhältnisse sind bloß beispielhaft und können bedarfsweise geändert werden.

[0136] Wie unter Verwendung der Fig. 13, 14 und 15 beschrieben, wird in der bildgebenden Einrichtung weiten Dynamikbereichs der vorliegenden Erfindung die optimale Belichtung, mit der die Belichtungszeit konvergieren soll, zumindest eingestellt von dem Luminanzdurchschnittswert der Bildfeldinformation eines ersten Bildsignals, eines zweiten Bildsignals, eines dritten Bildsignals, und so weiter.

Außerdem wird der Konvergenzbereich (der zulässige Bereich) eingestellt mit der optimalen Belichtung als ein Zentrum und darüber hinaus sind zwei Konvergenzbereiche eingestellt: ein weiter und ein enger.

[0137] Falls der Luminanzdurchschnittswert von dem Konvergenzbereich entfernt wird, wird das Messen der verstrichenen Zeit gestartet von dem Zeitpunkt des Entfernens. Um zu beurteilen, ob der Luminanzdurchschnittswert in den Konvergenzbereich zurückkehren wird innerhalb einer vorbestimmten Zeitperiode, ist die zuvor beschriebene Schutzzeit eingerichtet als vorbestimmte Zeitperiode. Eine unterschiedliche Schutzzeit ist eingerichtet für jeden Konvergenzbereich. Wenn bei dem weiten Konvergenzbereich der Luminanzdurchschnittswert stark variiert, wird die Geschwindigkeit des Elektronikverschlusses geändert, um zur optimalen Belichtung zurückzukehren. Andererseits wird beim engen Konvergenzbereich die Geschwindigkeit des Elektronikverschlusses geändert, wenn der Luminanzdurchschnittswert geringfügig variiert.

[0138] Als nächstes werden die Anordnung und der Betrieb der Elektronikverschlussschaltung 305 in Fig. 3 beschrieben werden unter Bezugnahme auf Fig. 16, die deren Anordnung zeigt. Wie bei üblichen Elektronikverschlussschaltungen sind Blöcke 1602 bis 1604 vorgesehen mit Verschlussimpulsgenerierung 1602 in der horizontalen Intervalleinheit (H-Rateneinheit) und Verschlussimpulsgenerierung 1603 in einigen Zehn der Takteinheit. Ausgangsimpulse der Verschlussimpulsgenerierung 1602, 1603 werden gemultiplext durch eine ODER-Schaltung 1604 und dann in

ein Ein-Takteinheitsschieberegister **1605** eingegeben. In einen Eingabeabschnitt **1601** werden der Haupttakt (CLK), der Horizontalsynchronisationsimpuls (HD), der Vertikalsynchronisationsimpuls (VD) und die Feldinformation (FI) eingegeben.

[0139] Die gestrichelte Einfassung **1611** bildet einen Elektronikverschlusssignalgenerierblock für ein A-Feld. Die gestrichelte Einrahmung **1612** bildet einen Elektronikverschlusssignalgenerierblock für ein B-Feld, der identisch aufgebaut ist wie der Block **1611**.

[0140] Basierend auf von der Berechnungsschaltung **315** für einen integrierten Wert und der Spitzenwerterfassungsschaltung **316**, die in Fig. 3 gezeigt sind, erhaltenen Bildfeldinformation, produziert der in Fig. 11 gezeigte Mikrocomputer **318** Elektronikverschlusssignale **1114** und **1115**, die optimiert sind bezüglich jeweiliger Felder. Andererseits werden Elektronikverschlussimpulse zum Feinabstimmen des Belichtungsbetrags in Einheiten eines Taktes von dem in Fig. 16 gezeigten Schieberegister **1605** erhalten, das Verzögerungen in Einheiten eines Taktes bereitstellt. Der Verzögerungsumfang in dem Schieberegister wird gesteuert durch das Steuersignal von dem Mikrocomputer **318**.

[0141] Die Umschalterschaltung **1606** wird mit Bildfeldinformation FI versorgt, wobei der A-Feld- oder B-Feld-Verschlußimpuls selektiv ausgegeben wird. Hier wird ein individueller Elektronikverschlußimpuls angelegt für jedes Bildfeld. Zuerst werden, wie in Fig. 16 gezeigt, das A-Feld-Elektronikverschlußsteuersignal und das B-Feld-Elektronikverschlußsteuersignal angelegt an A- und B-Feld-Elektronikverschlußsignalgenerierblöcke **1611** bzw. **1612**, hierbei einen individuellen Elektronikverschlußimpuls für jedes der A- und B-Felder produzierend. Die beiden Elektronikverschlußimpulse werden dann umgeschaltet durch die Umschalterschaltung **1606**, wodurch ein individueller Elektronikverschlußimpuls produziert wird für jedes der A- und B-Felder.

[0142] Fig. 17 zeigt die Zeitabstimmung des Generierens von Elektronikverschlußimpulsen, wenn eine CCD als bildgebendes Element verwendet wird. Im oberen Abschnitt der Fig. 17 sind die Vertikalsynchronisationsimpulse VD gezeigt, im unteren Abschnitt ist der Betrieb des Elektronikverschlußimpulses gezeigt von der Vertikalsynchronisationsrate. Der Elektronikverschlußimpuls in jedem Feld wird mit derselben Zeitabstimmung wie in üblichen Fernsehkameras generiert. Das Generieren eines Elektronikverschlußimpulses in der Horizontalsynchronisationsrate wird gestartet in der Nähe der Rückflanke des Elektronikverschlußimpulses. Zu einer Zeit in der ersten Hälfte des nächsten Elektronikverschlußimpulses wird das Generieren eines Elektronikverschlußimpulses mit einer Rate von einigen oder einigen Zehn Takten gestartet.

[0143] Ein teilweise vergrößertes Diagramm des Impulszeitdiagramms der Fig. 17 ist in den Fig. 18 und 19 gezeigt. Im oberen Abschnitt von Fig. 18 ist ein Horizontalsynchronisationsimpuls HD in dem Bildsignalintervall gezeigt und im unteren Abschnitt ist ein Elektronikverschlußimpuls in H-Rate gezeigt.

[0144] Fig. 19 zeigt einen Elektronikverschlußimpuls im Vertikalaustastintervall. Im oberen Abschnitt der Fig. 19 ist der Haupttakt gezeigt und im unteren Abschnitt ist ein Verschlußimpuls in einigen Taktraten gezeigt. Hier ist die Belichtungszeit eines Bildes das Intervall von einem Ladungsausleseimpuls (Feldschiebeimpuls) in der Vertikalaustastperiode bis zu der Zeit, wenn der erste Elektronikverschlußimpuls generiert wird.

[0145] Der Verschlußimpuls in H-Rate wird unmittelbar nach einem Ladungsausleseimpuls (Feldschiebeimpuls) in dem Vertikalaustastintervall (V-Austastung) gestartet und

endet unmittelbar vor der V-Austastperiode. Andererseits ist die Zeit, zu der der Verschlußimpuls in einigen Taktraten gestartet wird, zwischen der Zeit unmittelbar nach dem Start der V-Austastperiode und der Zeit unmittelbar vor dem Ladungsausleseimpuls. Die Zeitabstimmung des Generierens dieser Elektronikverschlußimpulse verbleibt unverändert von der in konventionellen CCD-Kameras.

[0146] Fig. 20 zeigt die Elektronikverschlußbetriebscharakteristik der CCD-Kamera der vorliegenden Erfindung, die durch Steuern der Verschlußgeschwindigkeit Feinabstimmung der Belichtungszeit mit einer Rate von nur einigen Taktperioden ermöglicht. Wenn der Verschlußimpuls bei einer Rate von einigen Taktperioden verkürzt wird um eine Impulsperiode unmittelbar vor dem Ladungsausleseimpuls wird im konventionellen Elektronikverschlußbetrieb die Belichtungszeit um etwa 50% geändert. Daher gibt es einen Nachteil, dass die Einheitsänderung in der Belichtungszeit exzessive groß wird.

[0147] Im Gegensatz hierzu ermöglicht in der Feinabstimmungscharakteristik der in Fig. 20 gezeigten CCD-Kamera der vorliegenden Erfindung die Belichtungszeiteinstellung durch den unmittelbar vor dem Ladungsausleseimpuls generierten Verschlußimpuls eine Durchführung in Inkrementen von einigen Prozent. Demnach kann die Bildluminanz feinabgestimmt werden. Aus diesem Grund kann selbst in einem Bild, das bei einer hohen Verschlußgeschwindigkeit für einen sehr hellen Teil belichtet wird, die Flackerkorrektur, die in Verbindung mit Fig. 15 beschrieben worden ist, nur durch den Elektronikverschluß ausgeführt werden. Das bedeutet, ein exzellenter Vorteil, dass das Flackern eines Hoch-Verschlußgeschwindigkeitsbildes nur durch den Elektronikverschluß korrigiert werden kann, kann erhalten werden in der bildgebenden Einrichtung mit weitem Dynamikbereich.

[0148] Speziell die Feineinstellung des Elektronikverschlußbetriebs wird durch Verschieben des Elektronikverschlußimpulses in Einheiten von einem Pixeltakt und Einstellen der Belichtungszeit in Einheiten der Haupttaktperiode ausgeführt.

[0149] Auf diese Weise kann das dynamische Elektronikverschlußsteuersystem der Kamera mit weitem Dynamikbereich aufgebaut werden.

[0150] In der bildgebenden Einrichtung mit weitem Dynamikbereich der vorliegenden Erfindung können die Bildsignal- und Steuersignal-Verarbeitungsabschnitte integriert sein. Beispielsweise können Schaltungen, die auf einem einzelnen Halbleiterchip ausgebildet sind, die Elektronikverschlußschaltung **305** enthalten, den Niedrig-Verschlußgeschwindigkeitsspeicher **306**, den Hoch-Verschlußgeschwindigkeitsspeicher **307**, die Niedrig-Verschlußgeschwindigkeitssignal-Umschalterschaltung **308**, die Hoch-Verschlußgeschwindigkeitssignal-Umschalterschaltung **309**, die Niedrig-Verschlußgeschwindigkeits-Charakteristikumschaltung **310**, die Hoch-Verschlußgeschwindigkeits-Charakteristikumschaltung **311**, die Additions- oder Umschalterschaltung **312**, die Berechnungsschaltung **315** für einen integrierten Wert, die Spitzenwerterfassungsschaltung **316**, die Durchlasswellenform-Erzeugungsschaltung **317** und die Verstärkungssteuerschaltung **303**. Noch andere Kombinationen von Schaltungen sind ebenfalls möglich.

[0151] Obwohl die Abbildungseinrichtung mit weitem Dynamikbereich der vorliegenden Erfindung beschrieben worden ist anhand eines Beispiels unter Verwendung eines bildgebenden CCD-Elementes, ist dies nicht einschränkend. Die Prinzipien der Erfindung sind auch anwendbar auf eine Kamera, die eine andere Art von bildgebendem Element wie zum Beispiel einen CMOS-Sensor verwendet.

[0152] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann, wie oben beschrieben, die Abbildung einer Szene mit einem sehr wei-

ten Bereich einfallender Lichtmenge eingefangen werden unter Verwendung unterschiedlicher Belichtungszeiten zum Einfangen der Szenenabbildung und Verarbeitung der resultierenden Bildsignale. Da sowohl die hohe Verschlussgeschwindigkeit als auch die niedrige Verschlussgeschwindigkeit individuell automatisch ausgewählt werden, kann die Szenenabbildung eingefangen werden, selbst wenn der Luminanzunterschied zwischen Teilen in der Szene sehr groß ist, was es der bildgebenden Einrichtung der vorliegenden Erfindung ermöglicht, einen weiten Anwendungsbereich zu haben, wie zum Beispiel die Anwendung in einer Spezialüberwachungskamera.

[0153] Obwohl die Ausgestaltung der bildgebenden Einrichtung mit weitem Dynamikbereich der vorliegenden Erfindung beschrieben worden ist, ist die vorliegende Erfindung nicht auf die hierin beschriebene Ausgestaltung beschränkt. Der Aufbau der bildgebenden Einrichtung ist im Grunde konform mit dem in Fig. 3 gezeigten Blockaufbau. Speziell die Teilschaltungen, die den in den Fig. 8, 11 und 16 und der zugehörigen Beschreibung dargelegten ausführenden Abschnitt wurden als spezifisches Beispiel gegeben, um die Offenbarung der Erfindung vollständiger zu machen und den Schutzbereich der Erfindung Fachleuten bekannt zu machen. Daher können die Teilschaltungen in unterschiedlicher Weise modifiziert werden, ohne auf die hier offenbarte Konfiguration beschränkt zu sein.

[0154] Zusätzliche Vorteile und Modifikationen werden sich Fachleuten leicht erschließen. Daher ist die Erfindung in ihrem breiteren Aspekt nicht auf die spezifischen Details und die hier gezeigte und beschriebene repräsentative Ausgestaltung beschränkt. Entsprechend können verschiedene Modifikationen vorgenommen werden, ohne vom Schutzbereich der Erfindung abzuweichen, wie er in den beiliegenden Patentansprüchen definiert ist unter Einbezug eventueller Äquivalente.

Patentansprüche

1. Bildgebende Einrichtung, **gekennzeichnet durch** das Umfassen:
 - eines ersten Bildsignalerzeugungsabschnitts (306, 308, 310), der ein erstes Bildsignal in Bildfeldeinheiten erzeugt durch Einfangen der Abbildung einer Szene in einer ersten Belichtungszeit;
 - eines zweiten Bildsignalerzeugungsabschnitts (307, 309, 311), der ein zweites Bildsignal in Bildfeldeinheiten erzeugt durch Einfangen der Abbildung der Szene in einer zweiten, von der ersten Belichtungszeit unterschiedlichen Belichtungszeit;
 - eines Bildkombinationsabschnitts (312), der die ersten und zweiten Bildsignale in ein zusammengesetztes Bildsignal kombiniert durch Addieren des ersten und zweiten Bildsignals oder Umschalten zwischen diesen auf Bildpunktbasis,
 - einer Berechnungsschaltung (315) für einen integrierten Wert, die durchschnittliche Luminanzwerte der ersten und zweiten Bildsignale bestimmt;
 - einer Spitzenwerterfassungsschaltung (316), die die Spitzenwerte der ersten und zweiten Bildsignale erfasst;
 - eines Belichtungszeitsteuerschaltungs-Erzeugungsabschnitts (305, 318), ansprechend auf Ausgangsgrößen der Berechnungsschaltung für einen integrierten Wert und der Spitzenwerterfassungsschaltung zum Generieren von Steuersignalen, die die ersten und zweiten Belichtungszeiten steuern; und
 - einer Verstärkungssteuerschaltung (303), die eine Amplitude jedes der ersten und zweiten Bildsignale steuert,

ert, um individuell angewendet zu werden auf den Bildkombinationsabschnitt (312).

2. Bildgebende Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet dass die Spitzenwerterfassungsschaltung (316) eine Funktion des Extrahierens einer Hochluminanzzone durch Erfassen eines Spitzenluminanzwertes des ersten Bildsignals hat, die Berechnungseinheit (315) für einen integrierten Wert eine Funktion des Kalkulierens eines Durchschnittsluminanzwertes einer Niedrigluminanzzone in dem ersten Bildsignal hat, die von der Hochluminanzzone verschieden ist und der Belichtungszeitsteuersignal-Generierabschnitt (305; 318) eine Funktion des Generierens eines Steuersignals hat, das die Belichtungszeit des ersten Bildsignals von dem Durchschnittsluminanzwert der Niedrigluminanzzone in dem ersten Bildsignal derart steuert, dass sie Schatten der Luminanz in der Niedrigluminanzzone sicherstellt.

3. Bildgebende Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Spitzenwerterfassungsschaltung (316) eine Funktion des Extrahierens einer Hochluminanzzone durch Erfassen eines Spitzenluminanzwertes des ersten Bildsignals hat, die Berechnungsschaltung (315) für einen integrierten Wert eine Funktion des Berechnens eines Durchschnittsluminanzwertes des zweiten Bildsignals entsprechend der Hochluminanzzone in dem ersten Bildsignal hat und der Belichtungszeitsteuersignal-Generierabschnitt (305; 318) eine Funktion des Generierens eines Steuersignals hat, das die Belichtungszeit des zweiten Bildsignals steuert von dem Durchschnittsluminanzwert des zweiten Bildsignals, um Schatten von Luminanz in der Hochluminanzzone in dem zweiten Bildsignal sicherzustellen.

4. Bildgebende Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass, wenn die Belichtungszeit des ersten Bildsignals nicht geringer ist als einige Male die des zweiten Bildsignals, der Belichtungszeitsteuersignal-Generierabschnitt (305; 318) eine Funktion des Generierens von Steuersignalen hat, die ein Kombinationsverhältnis eines Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbildes zu einem Hoch-Verschlussgeschwindigkeitsbild erhöht in dem Bildkombinationsabschnitt (312) mit einem Erhöhen eines Verhältnisses der Belichtungszeiten des ersten und zweiten Bildsignals und einer Funktion des Verringerns eines Index einer Exponentialfunktion, die die Charakteristika bilden von einer Charakteristikumsetz-Schaltung (310, 311), die in dem Verhältnis der Belichtungszeiten enthalten sind.

5. Bildgebende Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass wenn das Verhältnis der Belichtungszeiten des ersten und zweiten Bildsignals (8) oder mehr ist, das Kombinationsverhältnis des Niedrig-Verschlussgeschwindigkeitsbildes zu dem Hoch-Verschlussgeschwindigkeitsbild in den ersten und zweiten Bildsignalen eingestellt ist auf etwa drei oder mehr.

6. Bildgebende Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Index der Exponentialfunktion abnimmt im Bereich von X^1 bis X^0 , wobei X eine Variable ist.

7. Bildgebende Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Elektronikverschlussimpuls-generierschaltung (305), die die Belichtungszeit des Elektronikverschlusses ändert, eine Verschlusssteuerfunktion hat des Ändern eines Intervalls zwischen Impulsflanken in Einheiten von einigen Takten oder einigen Zehn Takten.

8. Bildgebende Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Einstellungsbereich der Be-

lichtungszeit einige Prozent der Belichtungszeit ist.

9. Bildgebende Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Intervall zwischen Impulsflanken sich während einer Vertikalaustastperiode ändert, wobei ein Signal von einem Bildelement ausgelesen wird. 5

10. Bildgebende Einrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch das weitere Umfassen einer Elektronikverschlussschaltung (305), die eine finale Erstellungszeitabstimmung eines Elektronikverschlussimpulses verschiebt, der die Belichtungszeit in einer Takteinheit eines Taktgenerators bestimmt. 10

11. Bildgebende Einrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die eine Takteinheit des Taktgenerators eine Ein-Bildpunktakteinheit des ersten und zweiten Bildsignals ist. 15

12. Bildgebende Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Bildsignalverarbeitungsabschnitt (306; 307; 308; 309; 310; 311), die Spitzenwerterfassungsschaltung (316), eine Elektronikverschlussschaltung (305), die eine finale Erstellungszeitabstimmung eines Elektronikverschlussimpulses verschiebt, der die Belichtungszeit in einer Takteinheit eines Taktgenerators bestimmt und die Verstärkungssteuerschaltung (303), die eine Amplitude jedes der ersten und zweiten Bildsignale steuert, die auf den Bildkombinationsabschnitt (312) anzuwenden sind, individuell auf einem einzigen Chip integriert sind. 20

13. Signalverarbeitungsverfahren für eine bildgebende Einrichtung, gekennzeichnet durch das Umfassen: 25

des Einstellens eines optimalen Durchschnittsluminanzwertes (1305), zu dem ein Durchschnittsluminanzwert konvergieren soll von einer Bildfeldinformation mindestens eines ersten, zweiten und dritten aufeinanderfolgenden Bildsignals; 30

eines Einstellens eines zulässigen Konvergenzbereichs (1303), zentriert auf den optimalen Durchschnittsluminanzwert (1305); 35

des Startens einer Messung von verstrichener Zeit, wenn der Durchschnittsluminanzwert außerhalb des Konvergenzbereiches fällt (1303); 40

des Einstellens einer vorbestimmten Zeit (1307) für eine Standardbewertung, ob der Durchschnittsluminanzwert zurückkehrt in den Konvergenzbereich (1303) basierend auf der verstrichenen Zeit als einer Schutzzeit (1307); 45

wenn der Durchschnittsluminanzwert aus dem Konvergenzbereich (1303) fällt, des Zurückführens des Durchschnittsluminanzwertes auf den optimalen Durchschnittsluminanzwert (1305) durch Ändern einer Belichtungszeit in einer ersten Einstellweite; und 50

wenn der Durchschnittsluminanzwert in den Konvergenzbereich fällt (1303), des Zurückführens des Durchschnittsluminanzwertes auf den optimalen Durchschnittsluminanzwert (1305) durch Ändern der Belichtungszeit in einer zweiten Einstellweite. 55

14. Signalverarbeitungsverfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der zulässige Konvergenzbereich (1303), der mittig auf dem optimalen Durchschnittsluminanzwert (1305) liegt, aus einem ersten Konvergenzbereich besteht von großer Weite und einem zweiten Konvergenzbereich von kleiner Weite. 60

15. Signalverarbeitungsverfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Einstellweite der Belichtungszeit gegeben ist durch: 65

$(\text{Belichtungszeit}) \times (\text{unterer Grenzwert des Konvergenzbereichs}) / (\text{Durchschnittsluminanzwert})$

wenn der Durchschnittsluminanzwert unterhalb des

Konvergenzbereichs liegt (1303), und

$(\text{Belichtungszeit}) \times (\text{oberer Grenzwert des Konvergenzbereichs}) / (\text{Durchschnittsluminanzwert})$

wenn der Durchschnittsluminanzwert oberhalb des Konvergenzbereichs liegt (1303).

16. Signalverarbeitungsverfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Einstellweite der Belichtungszeit 10% der Belichtungszeit ist.

Hierzu 16 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

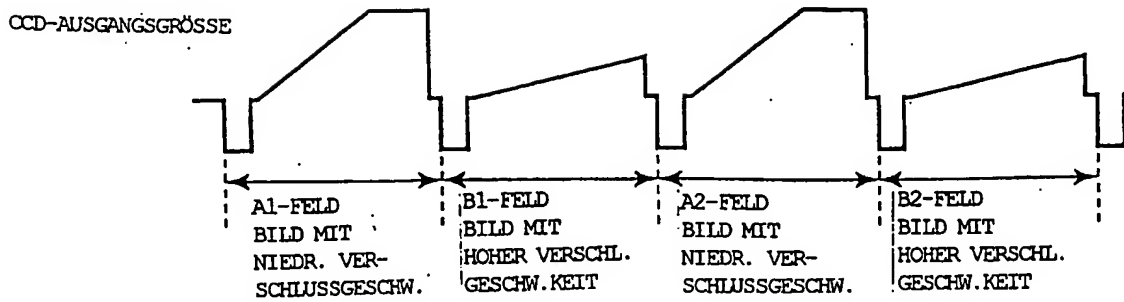


FIG. 1A

BILD SIGNAL VON KAMERA MIT BREITEM DYNAMIKBEREICH

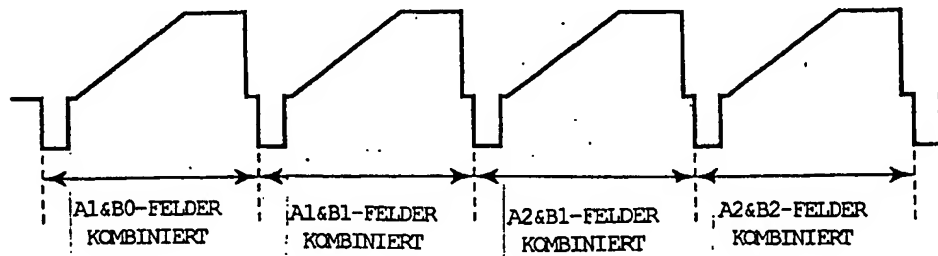


FIG. 1B

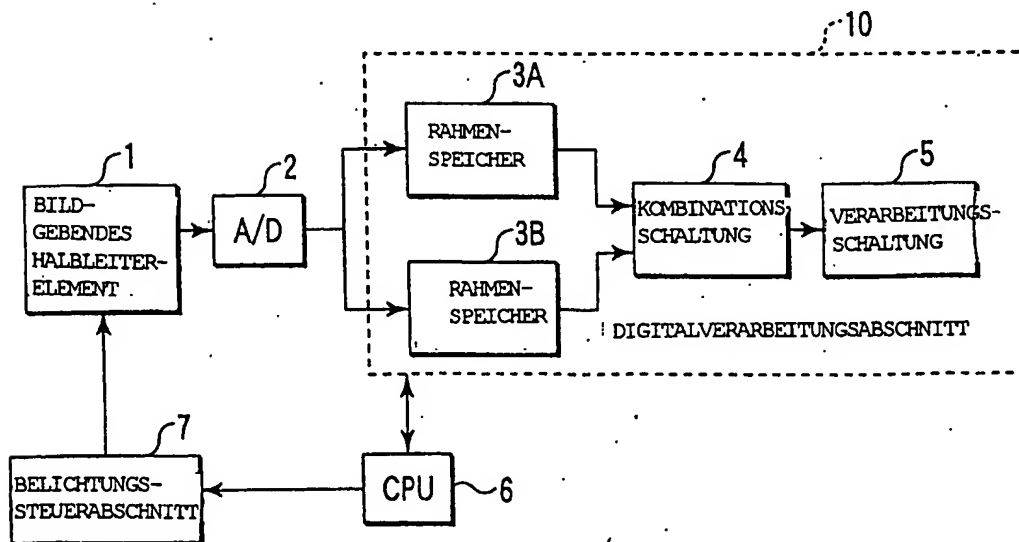


FIG. 2

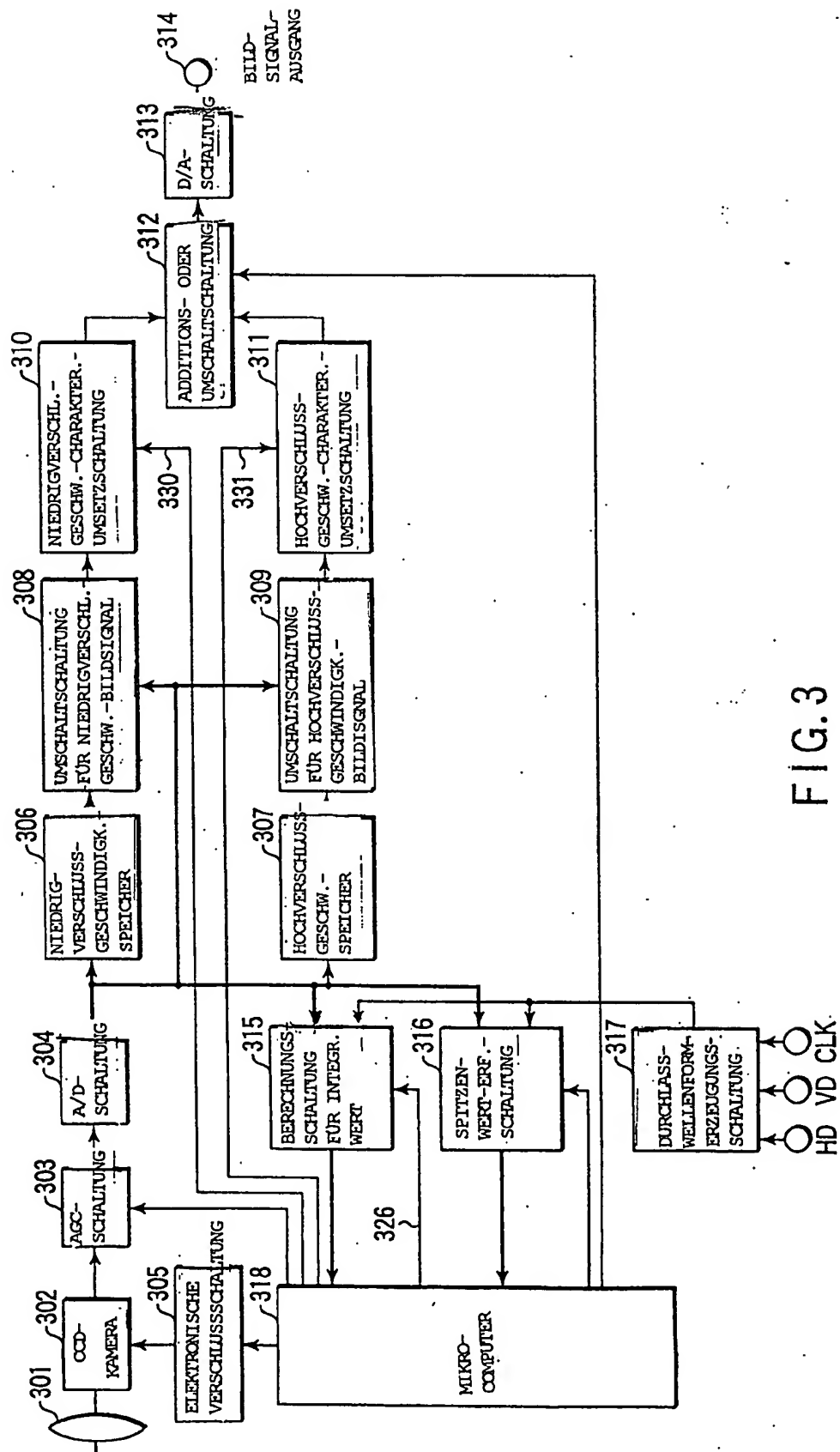


FIG. 3

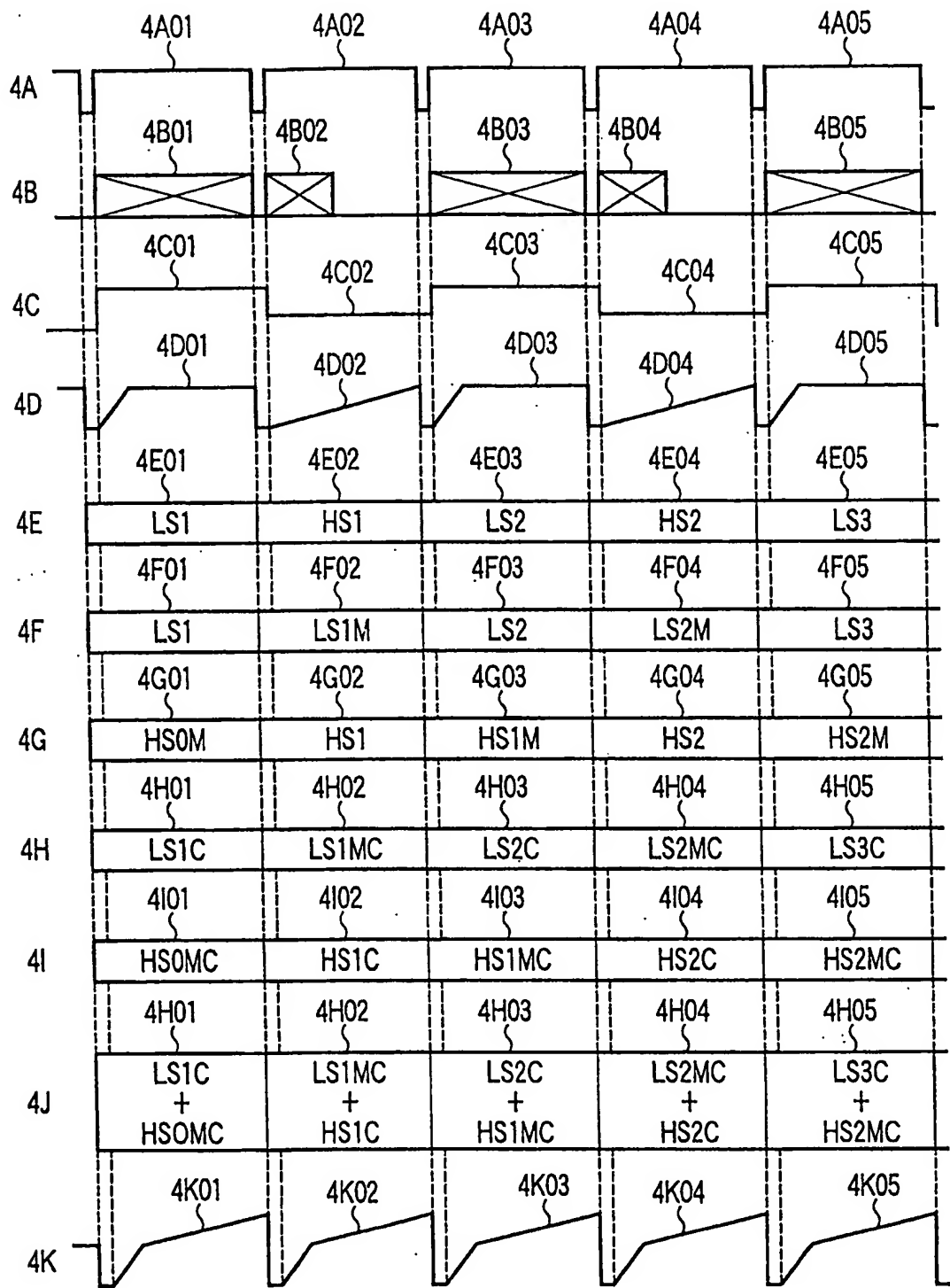


FIG. 4

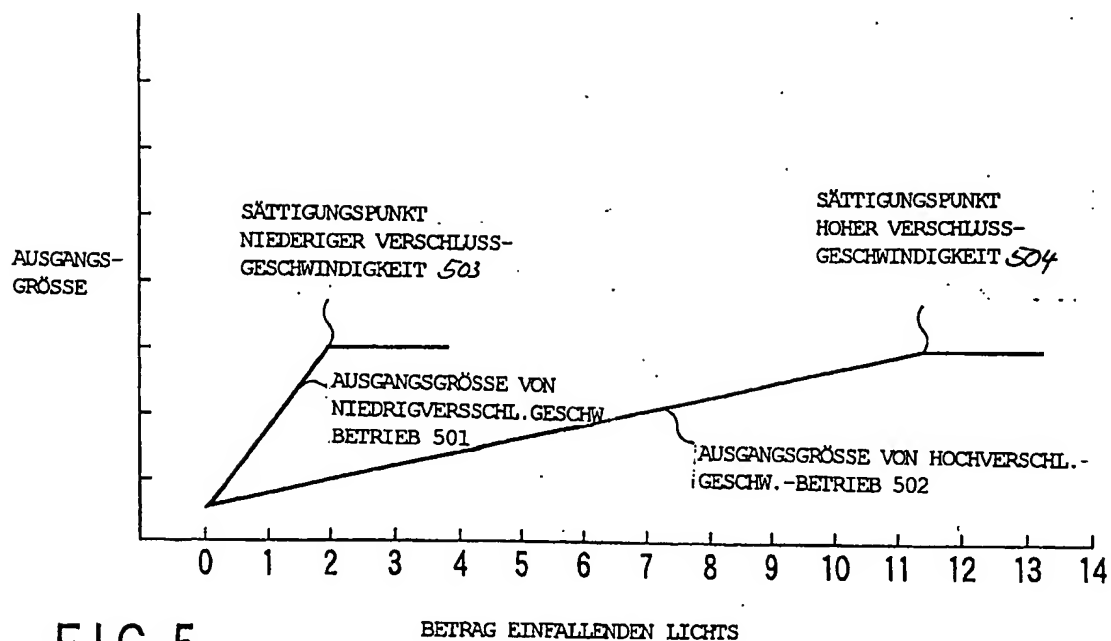


FIG. 5

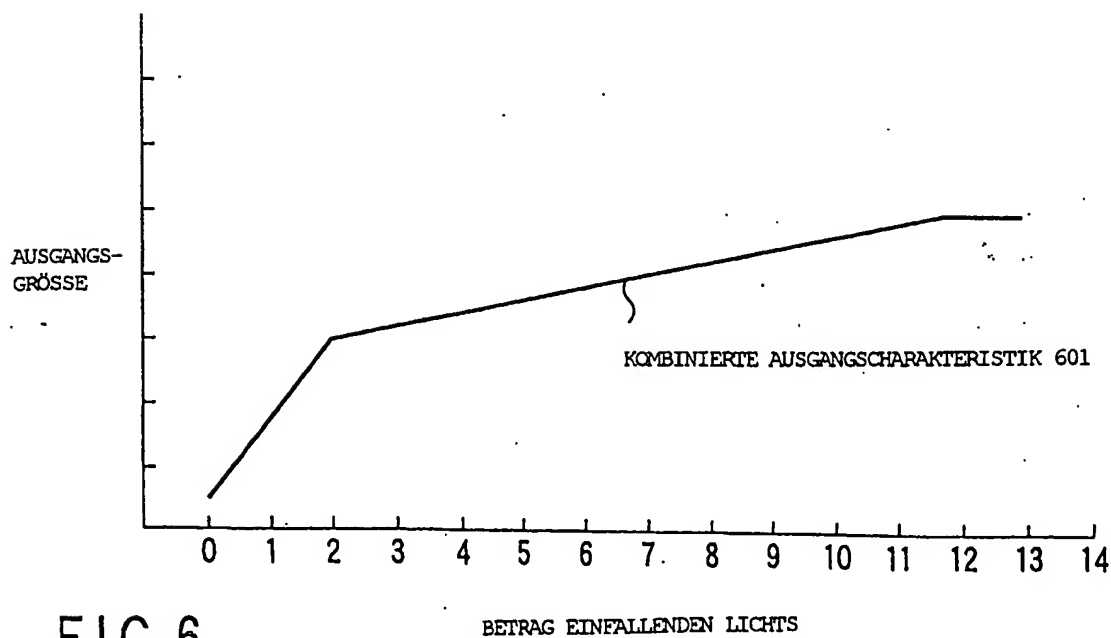


FIG. 6

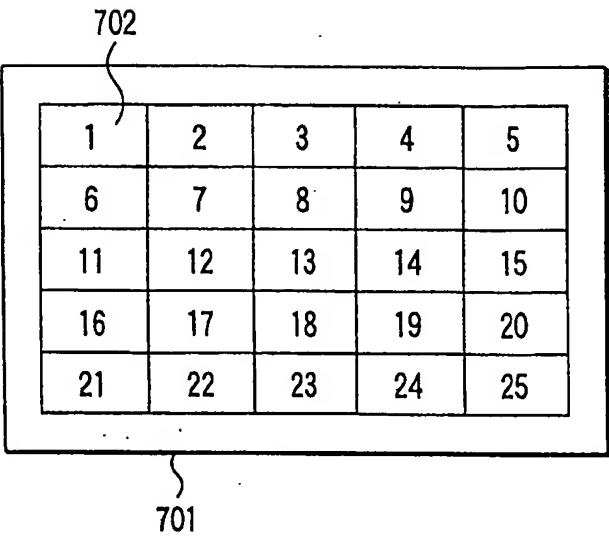


FIG.7

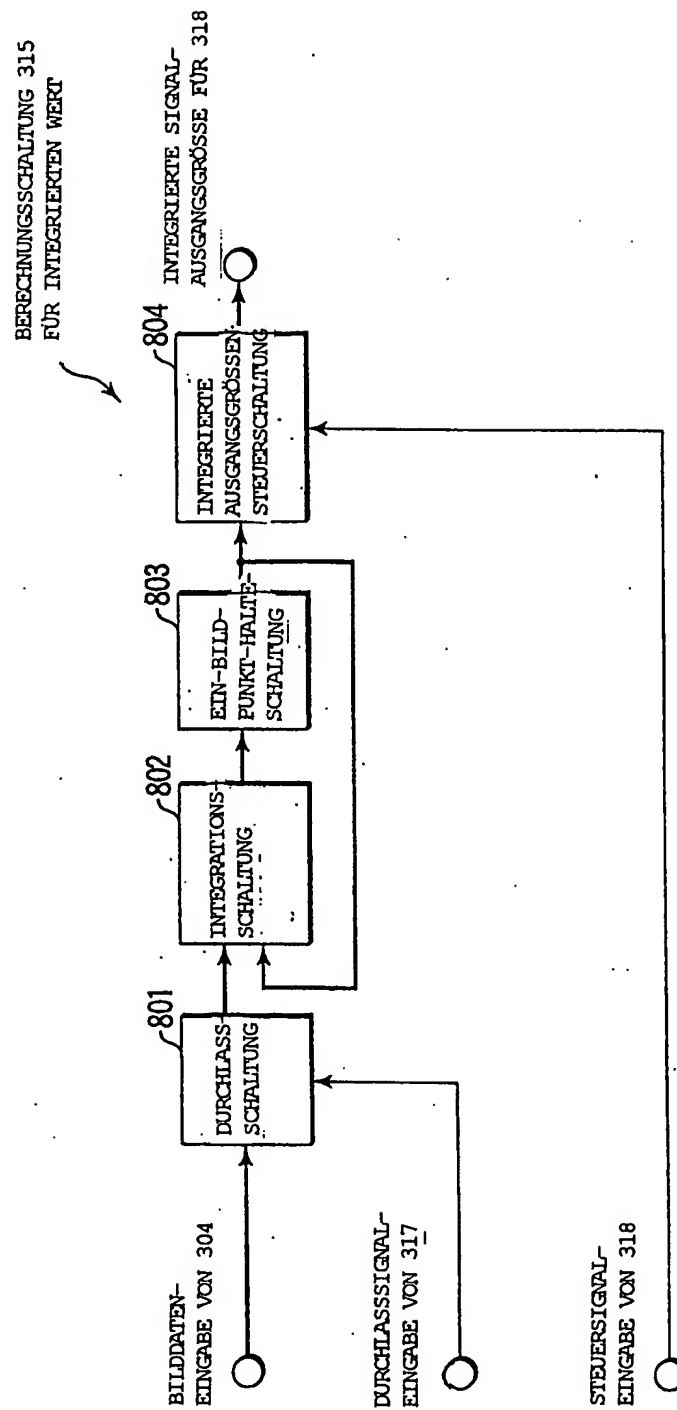


FIG. 8

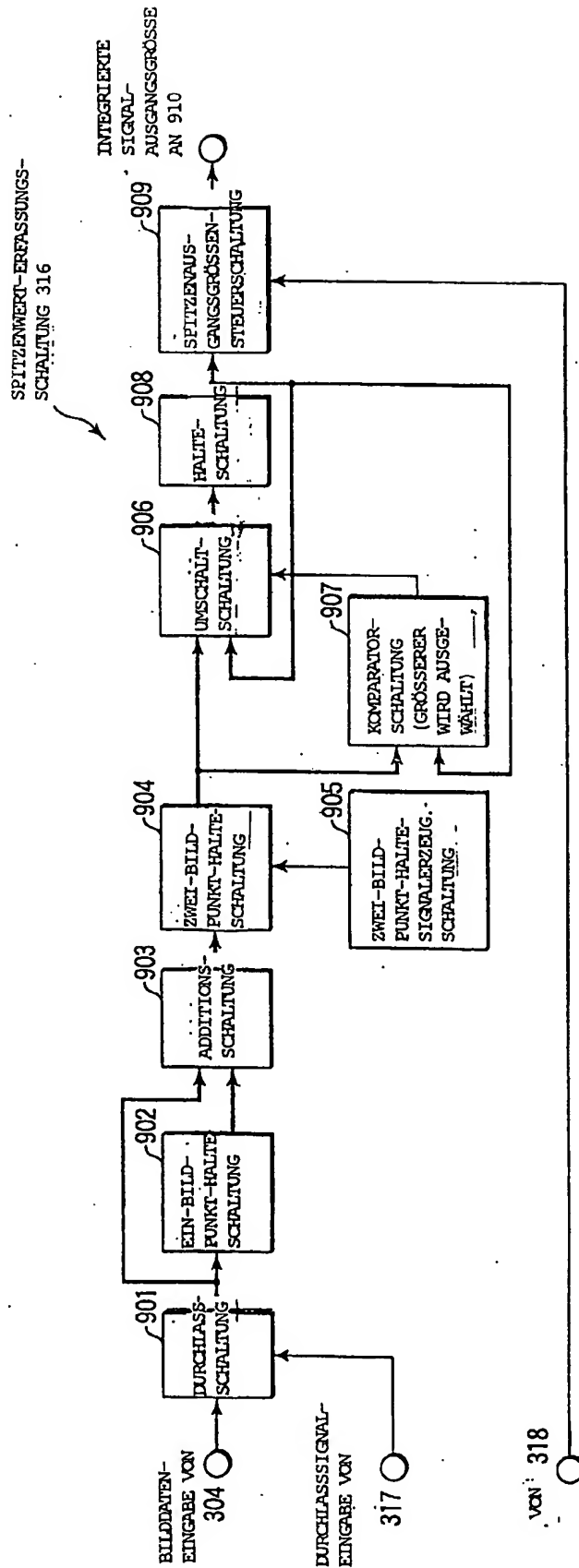


FIG. 9

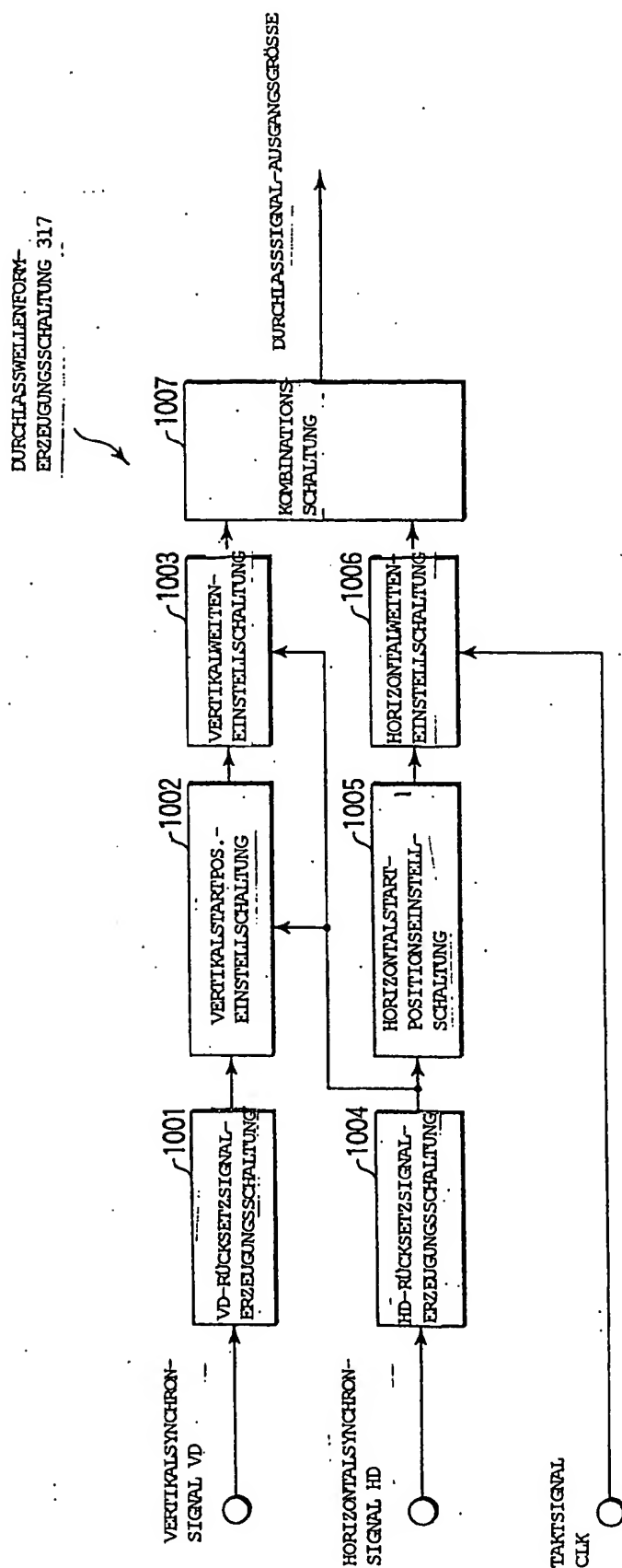


FIG. 10

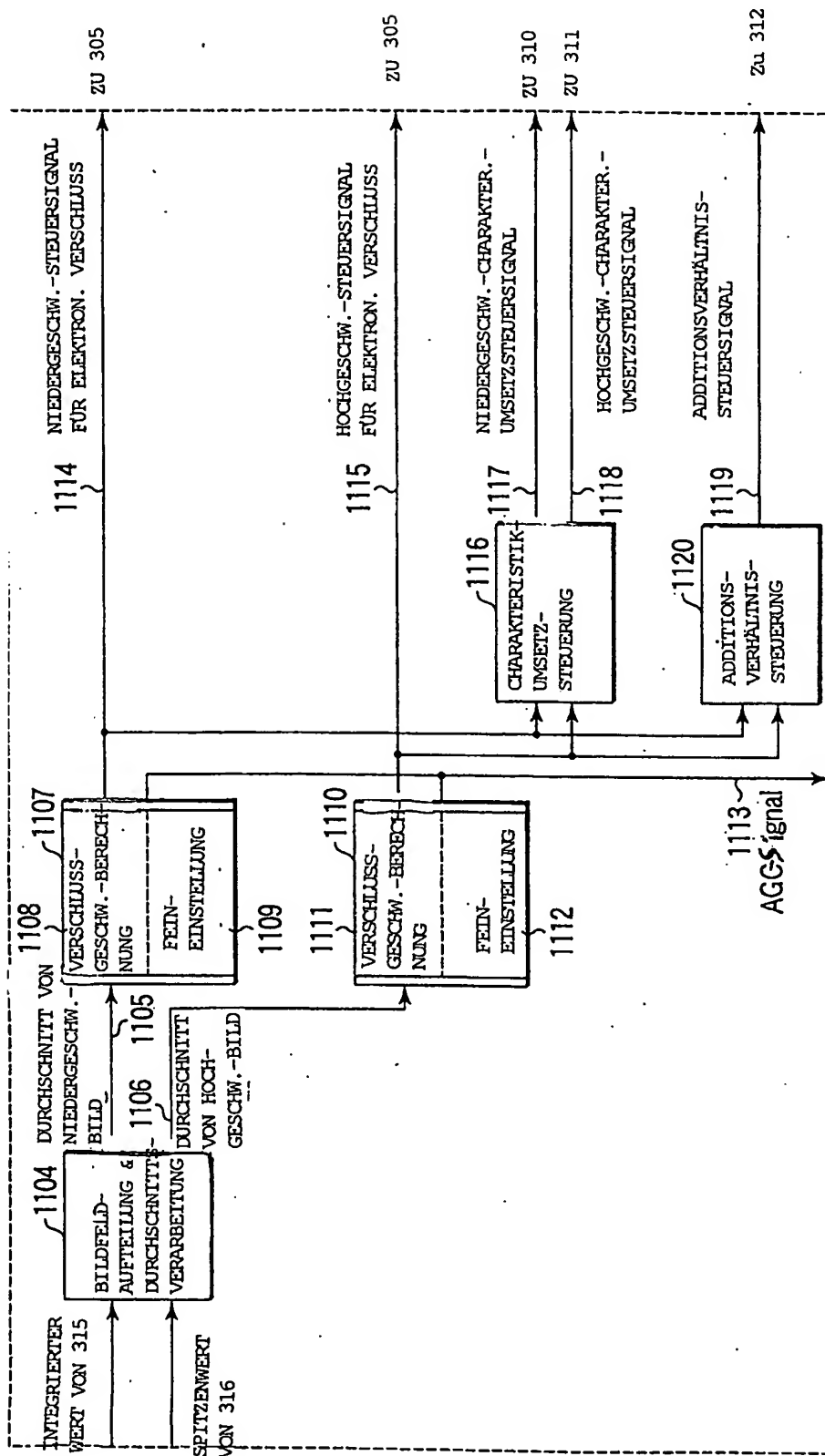


FIG. 11

INTEGRIERTER NIEDER-
GESCHWINDIGKEITSWERT

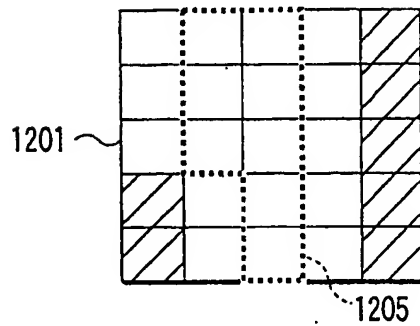


FIG. 12A

NIEDERGECHWINDIGKEITS-
SPITZENWERT

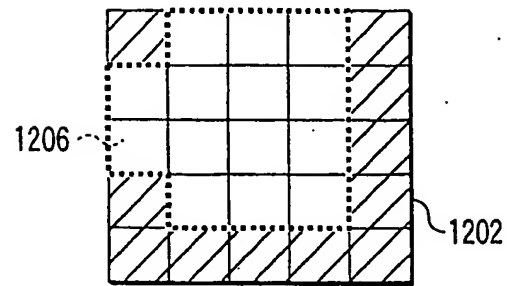


FIG. 12B

INTEGRIERTER
NIEDERGECHWINDIGKEITS-
WERT

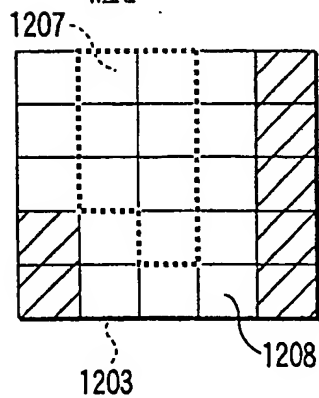


FIG. 12C

INTEGRIERTER HOCH-
GESCHWINDIGKEITSWERT

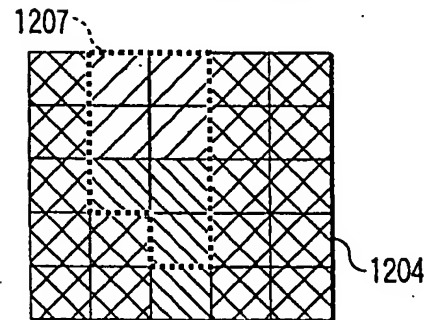


FIG. 12D

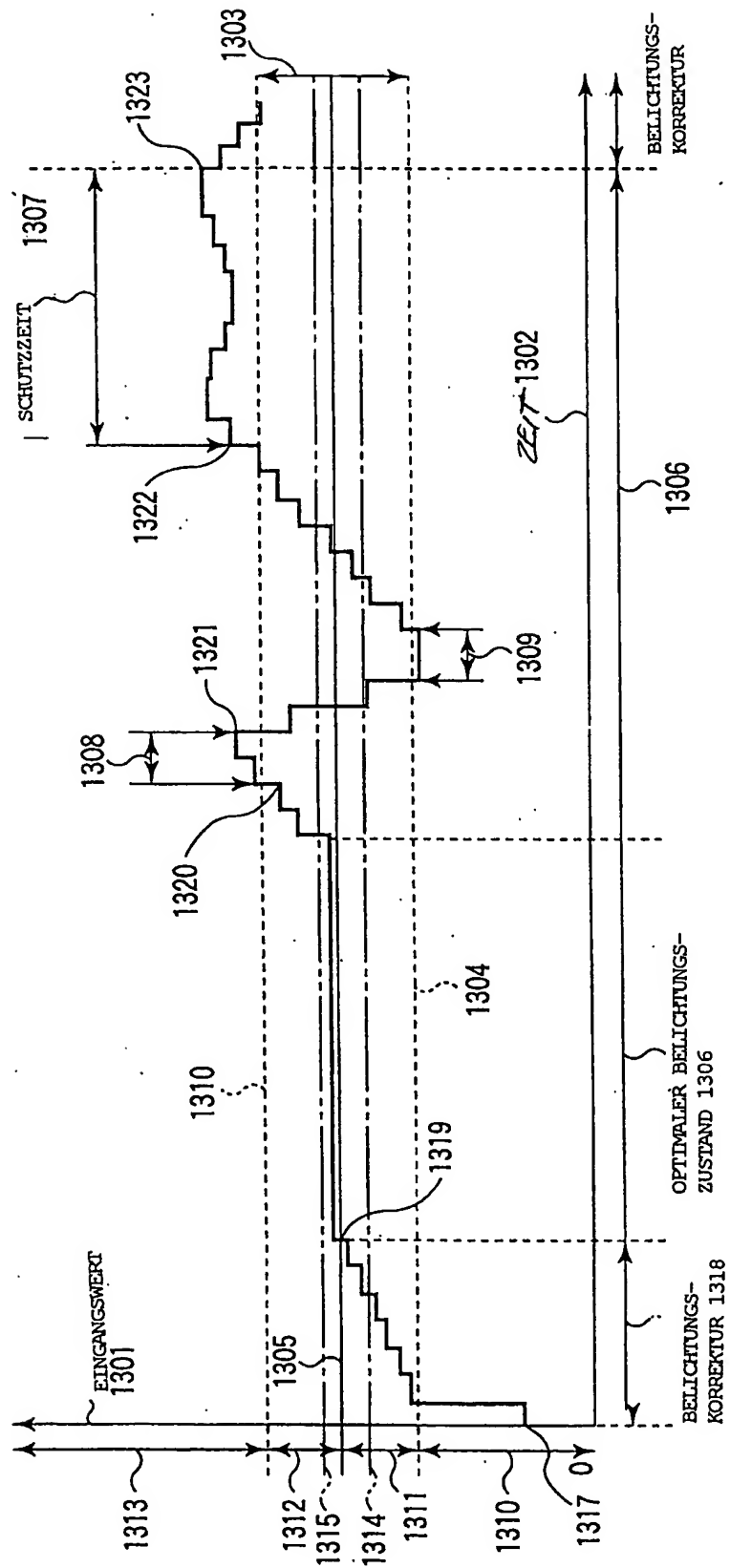


FIG. 13

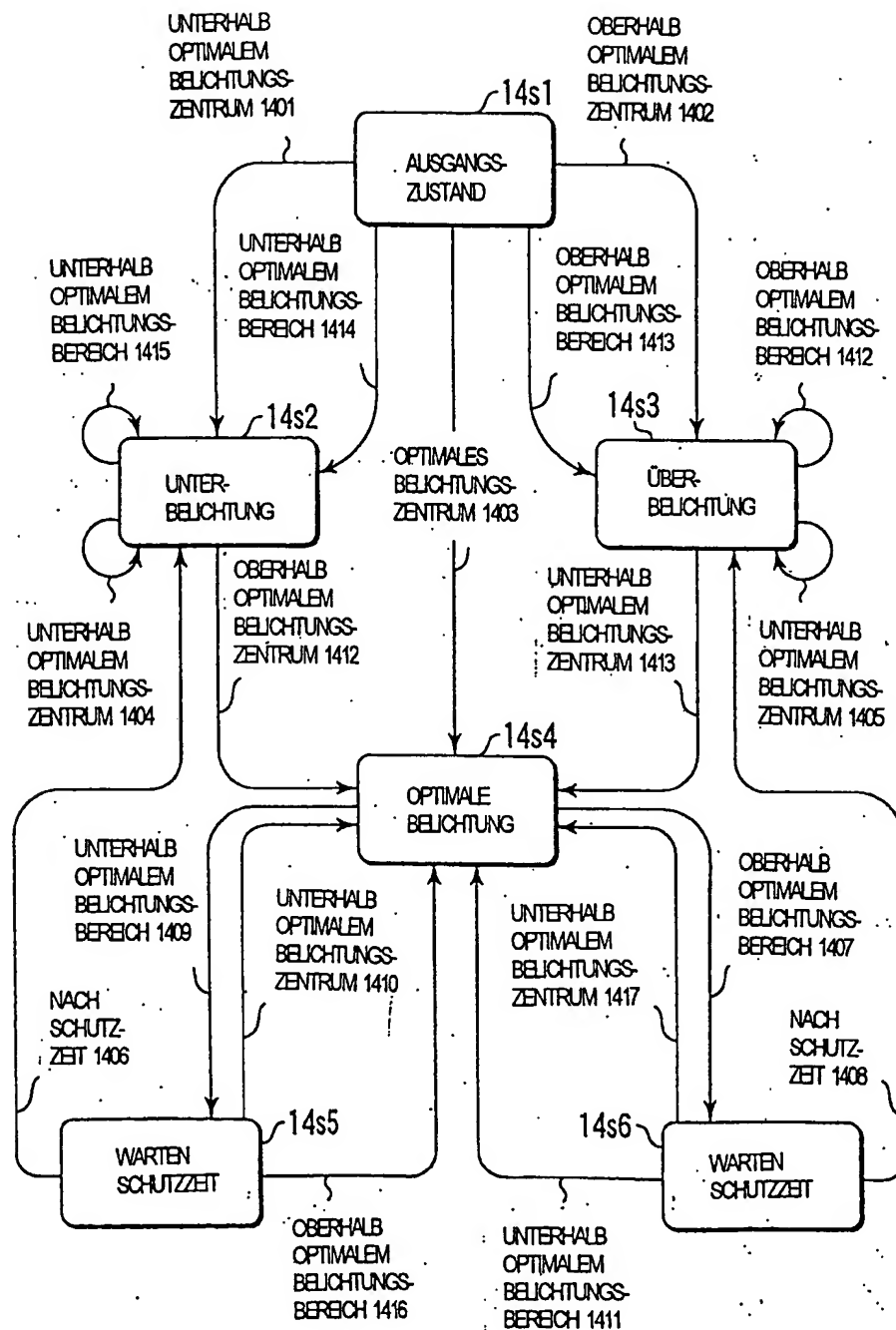
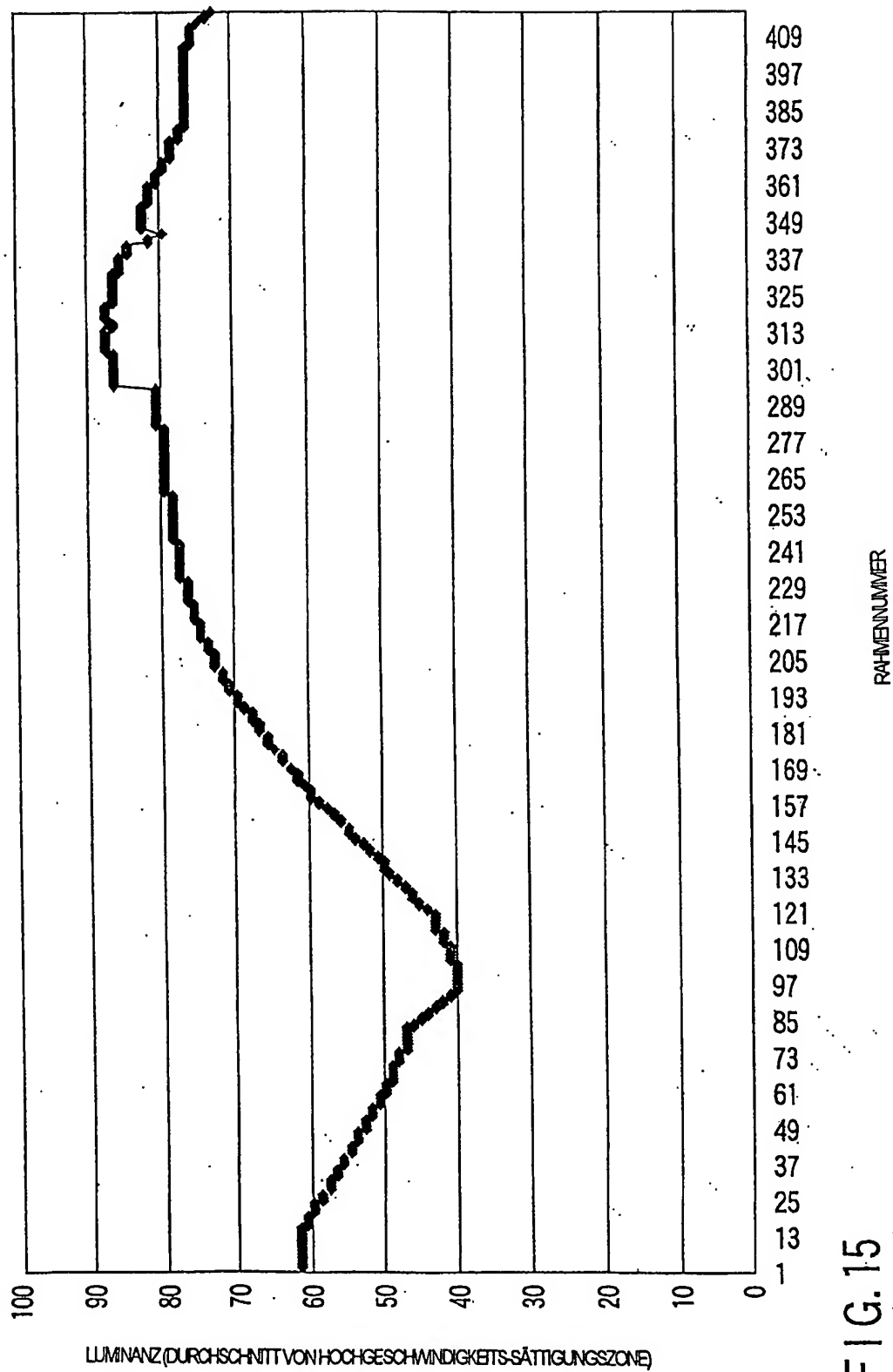


FIG. 14



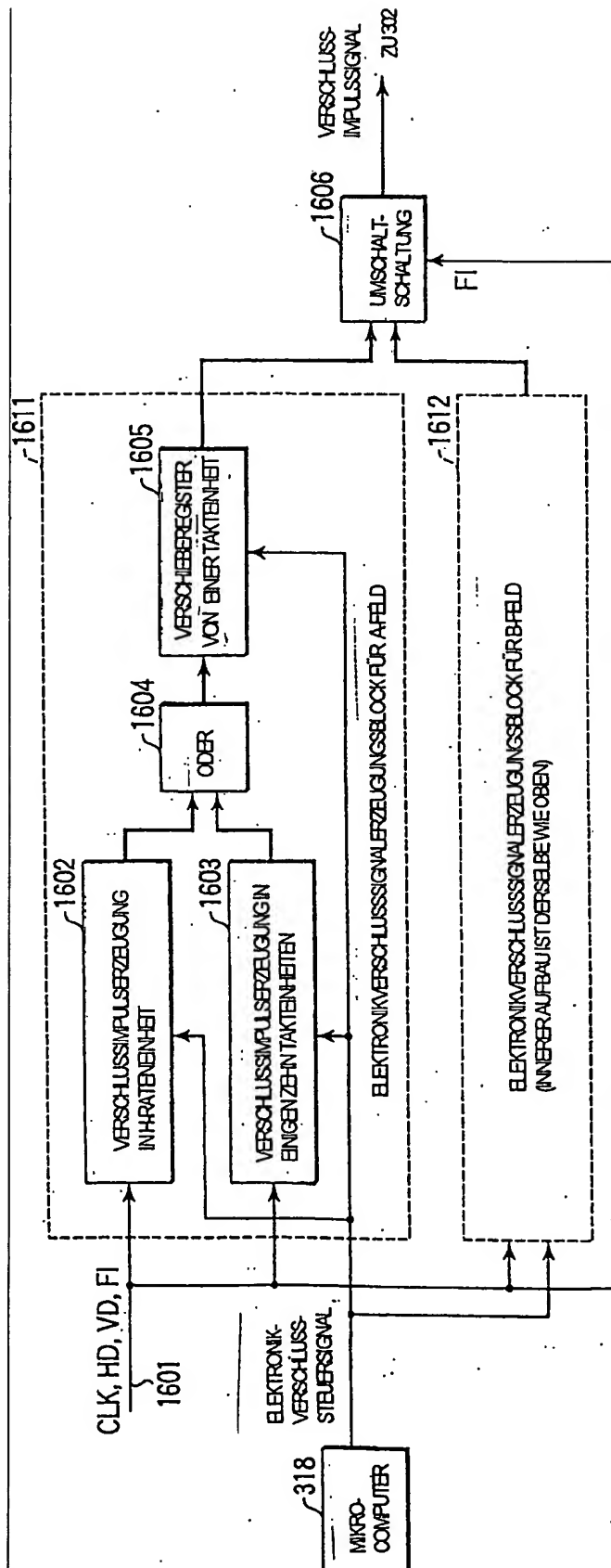


FIG. 16

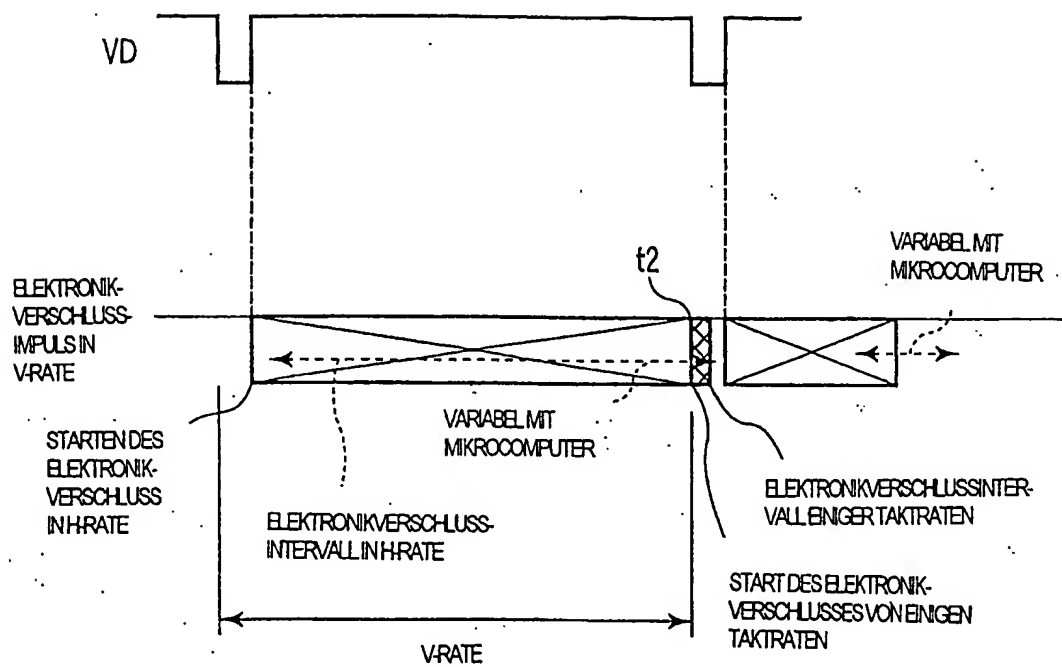


FIG. 17

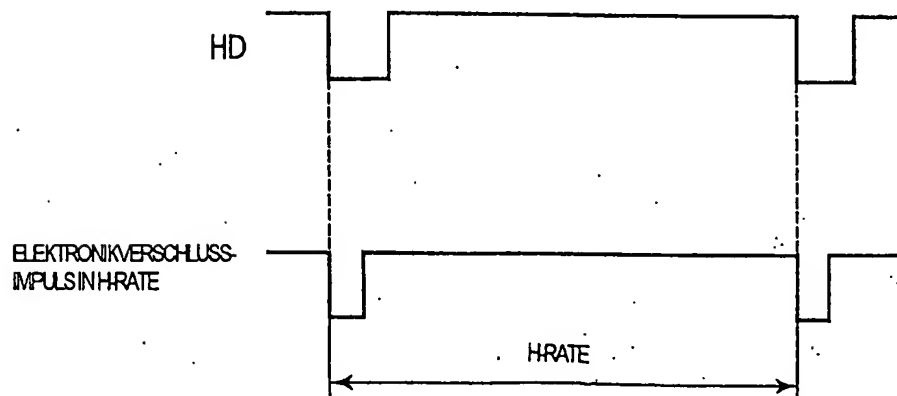


FIG. 18

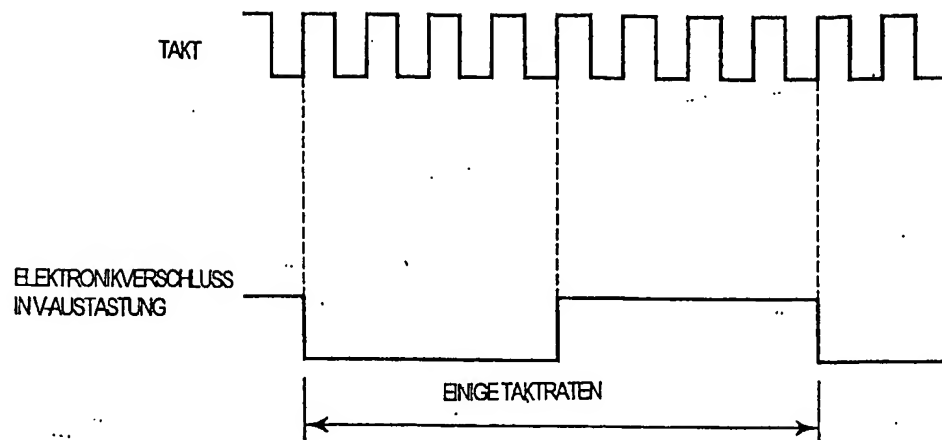


FIG. 19

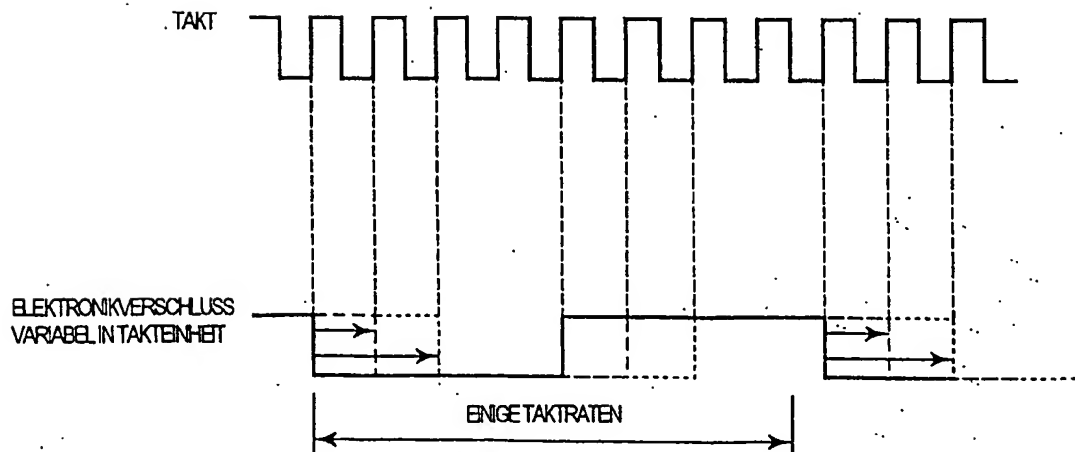


FIG. 20